

---

# TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....	iii
CADRE THÉORIQUE .....	1
ORIENTATION DU SYSTÈME SCOLAIRE	
Mission de l'éducation .....	1
Buts et objectifs de l'Éducation publique .....	2
Résultats d'apprentissage transdisciplinaires .....	4
Énoncé de principe relatif au français parlé et écrit .....	7
Énoncé de principe relatif à l'intégration des technologies de l'information et des communications .....	8
ORIENTATIONS DES PROGRAMMES DES SCIENCES DE LA NATURE	
Buts .....	9
Nature de l'apprentissage .....	9
Nature de l'enseignement .....	11
COMPOSANTES PÉDAGOGIQUES DES PLANS D'ÉTUDES	
Profil psychologique de l'élève .....	13
Résultats d'apprentissage en sciences de la nature .....	15
Résultats d'apprentissage des programmes .....	15
Résultat d'apprentissage relatif aux STSE (Sciences, technologie, société et environnement) .....	16
Résultat d'apprentissage relatif aux besoins .....	18
Résultat d'apprentissage relatif aux connaissances .....	20
Résultat d'apprentissage relatif aux attitudes .....	22
Organisation du plan d'études du cours PHY 12 .....	23
Buts .....	23
Nature et rôle de la physique .....	23
Résultats d'apprentissage du cours .....	24
Résultats d'apprentissage spécifique .....	29
PLAN D'ÉTUDES DE PHYSIQUE 12	
Module 1 : Les mouvements en deux dimensions .....	31
Module 2 : Les champs et les interactions .....	37
Module 3 : La physique des particules .....	43
Module 4 : La radioactivité .....	47
Les relations linéaires et le théorème de Pythagore .....	31
Les statistiques .....	35
ANNEXE A	
Liste des résultats d'apprentissage spécifiques aux connaissances .....	51
ANNEXE B	
Ressources pédagogiques .....	61
ANNEXE C	
Évaluation .....	73

---

---

## AVANT-PROPOS

Le programme d'études de *Physique 12* est un document destiné au personnel enseignant ainsi qu'aux administrations d'écoles, où cette matière est enseignée, et à tous les intervenants en éducation en Nouvelle-Écosse.

Il a été conçu pour être utilisé, avec des ressources variées et appropriées, dans le but d'offrir la trame de l'enseignement, de l'apprentissage et de l'évaluation des acquis en physique. Il définit les résultats d'apprentissage que les élèves devraient atteindre spécifiquement en physique en douzième année ainsi que les résultats d'apprentissage du cycle 10 à 12. Il est basé sur le *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature M - 12* et il tient compte des préoccupations actuelles de la société francophone néo-écossaise face à la culture scientifique et au progrès technologique.

Afin d'éviter la lourdeur qu'entraînerait la répétition systématique des termes masculins et féminins, le présent document utilise le masculin pour désigner ou qualifier les femmes et les hommes.

---

## REMERCIEMENTS

Le ministère de l'Éducation, Direction des services acadiens et de langue française, tient à remercier tous ceux et celles qui ont contribué à la réalisation de ce programme d'études. Entre autres, nous reconnaissons le travail du CMEC dont le document *Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences de la nature M - 12* a servi comme document de travail.

Nous remercions tout particulièrement les personnes suivantes :

- Antoine Jarjoura      Conseiller en mathématiques et en sciences au secondaire  
Ministère de l'Éducation de la Nouvelle-Écosse  
Concepteur et rédacteur
- Sophie Pedneault      Enseignante de physique  
École du Carrefour du Grand-Havre  
Mise à l'essai
- Michael Muise      Enseignant de physique  
École secondaire de Par-en-Bas  
Mise à l'essai
- Sophie Minville      Personne de soutien  
Ministère de l'Éducation de la Nouvelle-Écosse  
Traitement de texte et mise en page

# Orientation du système scolaire

## Mission de l'éducation

Avec la présentation des programmes des sciences de la nature, il importe d'identifier les finalités que poursuit l'école publique en Nouvelle-Écosse. L'objectif fondamental d'un système scolaire public est d'amener l'élève à devenir une personne autonome et créatrice et le préparer à jouer son rôle de citoyen responsable. Il garantit à chaque élève l'accès à un apprentissage de qualité. C'est pourquoi l'école publique doit favoriser le développement harmonieux de l'individu dans ses dimensions intellectuelle, physique, affective, sociale, culturelle, esthétique et morale et doit être accessible à tous.

À cette fin, l'école publique, tout en respectant les différences individuelles et culturelles doit promouvoir le goût de l'excellence, assurer une formation générale de base et stimuler l'élève pour qu'elle et qu'il poursuive son éducation tout au long de sa vie.

À l'aube du troisième millénaire, notre société est confrontée à une évolution constante et significative. En raison des progrès de la technologie et des communications, le « Village planétaire » de McLuhan est devenu réalité. Afin de maintenir notre qualité de vie, ainsi que les avantages d'une gamme de programmes sociaux qui ont fait du Canada l'un des meilleurs pays où il est agréable de vivre, nous devons maintenant réussir à nous tailler une place concurrentielle sur l'échiquier mondial.

Bien qu'il soit difficile de prévoir avec exactitude ce que nous réserve l'avenir, chaque nation reconnaît que l'avenir est inextricablement lié à la capacité du système éducatif de saisir l'évolution des changements, tant économiques que sociaux, et de s'y adapter. L'expression « Excellence en Éducation » est ainsi devenue le leitmotiv du monde industrialisé.

Bien que le système éducatif ait toujours visé l'excellence et ait fait l'impossible pour l'atteindre, il doit désormais procéder à des ajustements pertinents qui lui permettront de relever avec succès les défis qui seront l'apanage du 21<sup>e</sup> siècle. Plus que jamais auparavant, il est devenu nécessaire de créer dans notre province « un milieu propice à l'éclosion d'une culture de l'éducation, une culture reposant sur l'apprentissage et axée sur celui-ci ». Il se doit également d'offrir une égalité de chances pour tous. S'il est relativement facile d'atteindre l'excellence en éducation pour quelques personnes talentueuses, notre défi devient plus complexe d'autant plus que nous nous devons d'allier l'excellence à l'équité. Nous devons être en mesure d'atteindre une plus grande excellence en éducation pour tous. Une tâche si complexe exigera un leadership incommensurable de la part des gouvernements, des administrations scolaires et des éducateurs. Afin de relever ce défi, le système devra aussi être en mesure d'être plus responsable envers ceux et celles qu'il s'efforce de mieux desservir.

***L'éducation publique en Nouvelle-Écosse a pour mission de permettre à chaque élève, grâce à un apprentissage permanent, d'acquérir les connaissances et les aptitudes, en plus de développer les attitudes dont il aura besoin pour devenir un citoyen averti et actif afin de contribuer au développement social, économique et culturel de sa société.***

« Les buts de l'éducation sont étroitement liés à l'invention d'esprits individuels qui ont une signature personnelle, qui voient le monde et qui l'influencent d'une manière bien à eux. »

Elsner, 1992

L'école ne peut, à elle seule, atteindre tous les objectifs de cette mission qui sous-entend un

partenariat avec les parents, les conseils scolaires, le ministère de l'Éducation et la communauté. Ce partenariat est essentiel à l'atteinte des objectifs de l'excellence recherchée.

## Buts et objectifs de l'Éducation publique

Les buts et les objectifs de l'Éducation publique sont donc d'aider chaque élève à :

- **développer le goût de l'excellence;**

Le goût de l'excellence s'acquiert en développant le souci du travail bien fait, méthodique et rigoureux; en fournissant l'effort maximal; en encourageant la recherche de la vérité, la rigueur et l'honnêteté intellectuelle; en développant les capacités d'analyse et l'esprit critique; en développant le sens des responsabilités individuelles et collectives, le sens moral et éthique et en incitant l'élève à prendre des

« Ce sont les choses familières qui nous rapprochent et la diversité qui nous fait grandir. »  
Virginia Salir

engagements personnels.

- **acquérir les connaissances et les habiletés fondamentales nécessaires pour comprendre et exprimer des idées;**

La langue maternelle constitue un instrument de

communication personnelle et sociale de même qu'un moyen d'expression des pensées, des opinions et des sentiments. Elle devrait développer chez l'élève l'habileté à utiliser avec efficacité cet instrument de communication et ce moyen d'expression. De la même manière, l'apprentissage de la langue seconde officielle, ou d'autres langues, doit rendre l'élève apte à communiquer aussi bien oralement que par écrit dans celles-ci.

- **développer des attitudes, et acquérir les connaissances et les habiletés fondamentales à la compréhension des structures mathématiques;**

Ces connaissances et ces habiletés aident l'élève à percevoir les mathématiques comme faisant partie d'un tout. Il peut alors appliquer les régularités et la pensée mathématique à d'autres disciplines, résoudre des problèmes de façon rationnelle et intuitive tout en développant un esprit critique nécessaire à l'exploration de situations mathématiques.

- **acquérir les connaissances et les habiletés scientifiques et technologiques;**

Ces connaissances et ces habiletés, acquises par l'application de la démarche scientifique, aident l'élève à comprendre, à expliquer et à questionner la nature en vue d'y extraire l'information pertinente et une explication des phénomènes. Elles l'aident également à vivre dans une société scientifique et technologique et à s'éveiller aux réalités de son environnement naturel et technologique.

- **acquérir les connaissances, les habiletés et les attitudes nécessaires à la formation personnelle et sociale;**

L'épanouissement de la personne inclut l'affirmation de soi, la possibilité d'expression personnelle et d'action, la conviction dans la recherche de l'excellence, la discipline personnelle, la satisfaction qu'engendre la réussite, la capacité de participer à l'élaboration de la culture et la construction d'une civilisation. Ces connaissances et attitudes aident l'élève à réfléchir et à agir de façon éclairée sur sa vie en tant qu'individu et en tant que membre d'une société.

« Si nous entêtons à regarder l'arc-en-ciel de l'intelligence à travers un seul filtre, bien des esprits nous paraîtront à tort dépourvus de lumière. »  
Renée Fuller

« L'éducation de nos jours, c'est donner aux élèves l'autonomie et la flexibilité nécessaire pour apprendre tout le long de leur vie. »  
Enseignante

- **acquérir les connaissances, les habiletés et les attitudes pour se maintenir en bonne santé;**

L'élève doit régulièrement prendre part à des activités physiques, comprendre la biologie humaine et les principes de la nutrition en développant le savoir, les compétences et les attitudes nécessaires au développement physique et psychologique et au maintien d'un corps et d'un esprit sains.

- **acquérir les connaissances, les habiletés et les attitudes reliées aux divers modes d'expression artistique;**

L'expression artistique entraîne notamment la clarification et la restructuration de la perception et de l'expérience personnelle. Elle se manifeste dans les arts visuels, la musique, le théâtre, les arts et la littérature ainsi que dans d'autres domaines où se développent les capacités d'expression, de créativité et de réceptivité de l'élève. Elle conduit à une appréciation des arts et au développement de l'esthétique.

- **développer des attitudes susceptibles de contribuer à la construction d'une société fondée sur la justice, la paix et le respect des droits humains des personnes et des peuples;**

Ce but est étroitement relié à l'harmonie entre les groupes et à l'épanouissement personnel, à la reconnaissance de l'égalité entre les sexes, à la promotion de l'ouverture au monde par le biais,

entre autres, de la connaissance de la réalité locale et mondiale, le contact avec son patrimoine culturel et celui des autres, la prise de conscience de l'interdépendance planétaire de même que l'appréciation des différences individuelles et culturelles.

- **acquérir les habiletés et les attitudes nécessaires pour répondre aux exigences du monde du travail;**

Outre l'acquisition des connaissances théoriques, des techniques nécessaires et de la capacité d'établir des rapports interpersonnels, l'élève doit acquérir de bonnes habitudes de travail, une certaine souplesse, un esprit d'initiative, des habiletés en leadership et le sens de la dignité du travail.

- **établir des rapports harmonieux avec son environnement;**

Il est nécessaire d'aider les nouvelles générations à comprendre l'interdépendance de l'écologie et du développement économique, à acquérir les compétences permettant d'établir un équilibre entre les deux et à accroître l'engagement à participer à la recherche d'un avenir durable. Cela exige un souci éclairé pour la qualité de l'environnement, l'utilisation intelligente des richesses naturelles et le respect de tout ce qui vit.

- **acquérir les habiletés d'adaptation au changement;**

Il est essentiel de préparer l'élève à prendre pied dans un monde en mutation et dans une société de plus en plus exigeante en développant ses capacités d'autonomie, la conscience de ses forces et de ses faiblesses, sa capacité de s'adapter aux changements et de trouver ses propres solutions aux problèmes sociaux et environnementaux.

- **poursuivre son apprentissage tout au long de sa vie;**

Le système d'éducation publique doit être vu comme étant une étape, qui prépare l'élève à poursuivre des études ultérieures ou, mieux encore, à poursuivre une formation qui devra être continue. Ce but peut être atteint en amenant l'élève à

penser de façon créative et personnelle et en le guidant vers l'acquisition de méthodes efficaces d'étude, de travail et de recherche.

- ***considérer la langue et la culture comme les pivots de son apprentissage;***

Le système d'éducation publique de langue française doit faire en sorte que l'élève acquière et maintienne la fierté de sa langue et de sa culture et reconnaisse en ces dernières des éléments clés de son identité et de son appartenance à une société dynamique, productive et démocratique.

## Résultats d'apprentissage transdisciplinaires

Les résultats d'apprentissage transdisciplinaires sont des énoncés décrivant les connaissances, les habiletés et les attitudes qu'on attend de la part de tous les élèves qui obtiennent leur diplôme de fin d'études secondaires. L'atteinte de ces résultats permettra aux élèves de poursuivre leur apprentissage pendant toute leur vie. Ils sont le pivot de ces programmes d'études et le pont qui les lie aux autres programmes de tout le système d'éducation.

### CIVISME

Les programmes des sciences de la nature contribuent d'une façon efficace à développer le civisme chez les élèves. Il les prépare à être des citoyens conscients et éduqués scientifiquement. Il leur permet de voir les liens entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Il développe chez elles et eux les habiletés productives du raisonnement logique qui leur permettent de prendre des décisions éclairées.

***Les finissantes et les finissants seront en mesure d'apprécier, dans un contexte local et mondial, l'interdépendance sociale, culturelle, économique et environnementale.***

Les finissantes et les finissants seront capables, par exemple :

- de démontrer une compréhension des systèmes politique, social et économique du Canada dans un contexte mondial;
- de comprendre les enjeux sociaux, politiques et économiques qui ont influé sur les événements passés et présents, et de planifier l'avenir en fonction de ces connaissances;
- d'expliquer l'importance de la mondialisation de l'activité économique par rapport au regain économique et au développement de la société;
- de définir les principes et les actions des sociétés justes, pluralistes et démocratiques;
- d'examiner les problèmes reliés aux droits de la personne et de reconnaître les formes de discrimination;
- de comprendre la notion du développement durable et de ses répercussions sur l'environnement.

### COMMUNICATION

Les sciences de la nature représentent un important moyen de communication. Tout au long des programmes, les élèves travaillent à développer des habiletés langagières telles que la production écrite et orale, la compréhension écrite et orale et l'interaction orale, afin de posséder des outils de communication qui les rendent capables de s'intégrer facilement au monde scientifique et technologique.

***Les finissantes et les finissants seront capables de comprendre, de parler, de lire et d'écrire une langue (ou plus d'une), d'utiliser des concepts et des symboles mathématiques et scientifiques afin de penser logiquement, d'apprendre et de communiquer efficacement.***

Les finissantes et les finissants seront capables, par exemple :

- d'explorer, d'évaluer et d'exprimer leurs propres idées, connaissances, perceptions et sentiments;
- de comprendre les faits et les rapports présentés sous forme de mots, de chiffres, de symboles, de graphiques et de tableaux;
- d'exposer des faits et de donner des directives de façon claire, logique, concise et précise devant divers auditoires;
- de manifester leur connaissance de la deuxième langue officielle;
- de trouver, de traiter, d'évaluer et de partager des renseignements;
- de faire une analyse critique des idées transmises par divers médias.

### **COMPÉTENCES TECHNOLOGIQUES**

Le résultat d'apprentissage transdisciplinaire en matière de compétence technologique occupe une place dans les programmes des sciences de la nature. En étudiant les divers domaines scientifiques, les élèves utilisent l'ordinateur, la calculatrice à affichage graphique ainsi que d'autres outils technologiques pertinents. En outre, ces programmes leur permettent de reconnaître la pertinence de toutes ces technologies et leurs impacts sur la société et l'environnement.

***Les finissantes et les finissants seront en mesure d'utiliser diverses technologies, de faire preuve d'une compréhension des applications technologiques, et d'appliquer les technologies appropriées à la résolution de problèmes.***

Les finissantes et les finissants seront capables, par exemple :

- de trouver, d'évaluer, d'adapter, de créer et de partager des renseignements en utilisant des technologies diverses;
- de faire preuve de compréhension des technologies existantes ou en voie de développement et de les utiliser;
- de démontrer une compréhension de l'impact de la technologie sur la société;
- de démontrer une compréhension des questions d'éthique reliées à l'utilisation de la technologie dans un contexte local et global.

### **DÉVELOPPEMENT PERSONNEL**

Les programmes des sciences de la nature contribuent à l'épanouissement personnel de l'élève. Ils font ressortir les rôles centraux que jouent les sciences et la technologie dans un grand nombre de professions et de métiers. Ils amènent les élèves à développer un esprit créatif et critique. Ils les mettent en des situations qui favorisent la curiosité, la persévérance, les bonnes habitudes de travail individuel et collectif. Ils participent à développer leurs habitudes intellectuelles supérieures et productives, dont ils bénéficieront tout au long de leur vie.

***Les finissantes et les finissants seront en mesure de poursuivre leur apprentissage et de mener une vie active et saine.***

« Dans une école qui est un foyer pour l'esprit, l'on croit intrinsèquement que tout le monde peut continuer d'améliorer ses capacités intellectuelles toute sa vie... »

Arthur Costa

Les finissantes et les finissants seront capables, par exemple :

- de faire la transition au marché du travail et aux études supérieures;
- de prendre des décisions éclairées et d'en assumer la responsabilité;
- de travailler seuls et en équipe en vue d'atteindre un objectif;
- de démontrer une compréhension du rapport qui existe entre la santé et le mode de vie;
- de choisir de carrières parmi un grand nombre de possibilités;
- de démontrer des habiletés d'adaptation, de gestion et de relations interpersonnelles;
- de démontrer de la curiosité intellectuelle, un esprit entreprenant et un sens de l'initiative;
- de faire un examen critique des questions d'éthique.

### EXPRESSION ARTISTIQUE

Les programmes des sciences de la nature sont riches en situations où l'élève devrait élaborer des formes et des modèles que l'on retrouve en architecture et dans les arts visuels. En sciences de la nature, l'élève est souvent invité à présenter avec élégance et éloquence des résultats de recherche théorique et expérimentale.

*Les finissantes et les finissants seront en mesure de porter un jugement critique sur diverses formes d'art et de s'exprimer par les arts.*

Les finissantes et les finissants seront capables, par exemple :

- d'utiliser diverses formes d'art comme moyens de formuler et d'exprimer des idées, des perceptions et des sentiments;

- de démontrer une compréhension de l'apport des arts à la vie quotidienne et économique ainsi qu'à l'identité et à la diversité culturelle;
- de démontrer une compréhension des idées, des perceptions et des sentiments exprimés par autrui sous diverses formes d'art;
- d'apprécier l'importance des ressources culturelles (théâtres, musées et galeries d'art, entre autres.)

### LANGUE ET CULTURE FRANÇAISES

Le résultat d'apprentissage en matière de langue et de culture françaises occupe une place importante dans les programmes des sciences de la nature. C'est en faisant les sciences en français que les élèves utilisent la langue comme véhicule des connaissances scientifiques et technologiques, qu'ils développent une fierté du rôle que jouent les scientifiques francophones dans ce domaine et les domaines connexes et qu'ils deviennent conscients que le français est véhicule et objectif en même temps.

*Les finissantes et les finissants seront conscients de l'importance et de la particularité de la contribution des Acadiennes, des Acadiens et d'autres francophones, à la société canadienne. Ils reconnaîtront leur langue et leur culture comme base de leur identité et de leur appartenance à une société dynamique, productive et démocratique dans le respect des valeurs culturelles des autres.*

Les finissantes et les finissants seront capables, par exemple :

- de s'exprimer couramment à l'oral et à l'écrit dans un français correct en plus de manifester le goût de la lecture et de la communication en français;
- d'accéder à l'information en français provenant des divers médias et de la traiter;
- de faire valoir leurs droits et d'assumer leurs responsabilités en tant que francophones;

- de démontrer une compréhension de la nature bilingue du Canada et des liens d'interdépendance culturelle qui façonnent le développement de la société canadienne.
- de déceler, de décrire, de formuler et de reformuler des problèmes;
- de formuler et d'évaluer des hypothèses;
- de constater, de décrire et d'interpréter différents points de vue en plus de distinguer les faits des opinions.

## RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

La résolution de problèmes est l'un des processus des programmes des sciences de la nature. C'est en faisant des sciences que les élèves acquièrent des stratégies de résolution de problèmes. En résolvant des problèmes, ils découvrent les concepts scientifiques et développent des capacités à raisonner de façon créative et critique afin de prendre des décisions éclairées. On peut dire que la résolution de problèmes, qui est au centre de tout apprentissage, est une des principales raisons pour laquelle les élèves font les sciences.

*Les finissantes et les finissants seront capables d'utiliser les stratégies et les méthodes nécessaires à la résolution de problèmes, y compris les stratégies et les méthodes faisant appel à des concepts reliés au langage, aux mathématiques et aux sciences.*

Les finissantes et les finissants seront capables, par exemple :

- de recueillir, de traiter et d'interpréter des renseignements de façon critique afin de faire des choix éclairés;
- d'utiliser, avec souplesse et créativité, diverses stratégies et perspectives en vue de résoudre des problèmes;
- de résoudre des problèmes individuellement et en équipe;

## Énoncé de principe relatif au français parlé et écrit

L'école doit favoriser le perfectionnement du français et le rayonnement de la langue et de la culture françaises dans l'ensemble de ses activités.

La langue étant un instrument de pensée et de communication, l'école doit assurer l'approfondissement et l'élargissement des connaissances fondamentales du français aussi bien que le perfectionnement de la langue parlée et écrite.

Le français, langue de communication dans nos écoles, est le principal véhicule d'acquisition et de transmission des connaissances, peu importe la discipline enseignée. C'est en français que l'élève doit prendre conscience de la réalité, analyser ses expériences personnelles et maîtriser le processus de la pensée logique avant de communiquer. Le développement intellectuel de l'élève dépend essentiellement de sa maîtrise de la langue première. À cet effet, la qualité du français utilisé et enseigné à l'école est la responsabilité de tous les enseignants.

C'est au cours des diverses activités scolaires et de l'apprentissage de toutes les disciplines que l'élève enrichit sa langue et perfectionne ses moyens d'expression orale et écrite. Chaque discipline est un terrain fertile où la langue parlée et écrite peut se cultiver. Le ministère de l'Éducation sollicite, par conséquent, la collaboration de tous les enseignants afin de promouvoir une tenue linguistique de haute qualité à l'école.

Les titulaires des divers cours du régime pédagogique ont la responsabilité de maintenir dans leur classe une ambiance favorable au développement et à l'enrichissement du français. Il importe de sensibiliser l'élève au souci de l'efficacité linguistique, tant sur le plan de la pensée que sur celui de la communication. Dans ce contexte, l'enseignant sert de modèle sur le plan de la communication orale et écrite. Il multiplie les occasions d'utiliser le français tout en veillant constamment à sa qualité, et porte particulièrement attention au vocabulaire technique de la discipline ainsi qu'à la clarté et à la précision du discours oral et écrit.

## **Énoncé de principe relatif à l'intégration des technologies de l'information et des communications**

Dans la classe d'autrefois, la technologie était un tableau noir, une craie, un encrier, une plume et un livre. Les enseignants apprenaient à leurs élèves à exercer une maîtrise disciplinée sur un monde fragmenté où la connaissance était considérée une fin en soi. Quant aux élèves, leur apprentissage se limitait à la mémorisation, et cette dernière se mesurait par des examens. L'analyse, la synthèse, l'évaluation et l'intégration des tâches ne faisaient pas partie de leur apprentissage. Dans la classe d'aujourd'hui, comme celle de demain, de nouvelles technologies apparaissent et une foule de machines entrent en oeuvre et bouleversent nos façons d'enseigner, d'apprendre, de travailler et de vivre.

L'école française doit favoriser la classe multimédia et notre système d'éducation doit changer de manière à bien préparer les enseignants et les élèves à la réalité qui les attend. Les nouvelles technologies, telles que l'ordinateur, l'imprimante, le panneau d'affichage à cristaux liquides, le téléviseur, le magnétoscope, les bandes vidéo, le disque optique compact (DOC), les vidéodisques, les logiciels de traitement de texte, de base de données, d'édition et d'exercice, les tableurs, les multimédias interactifs, les didacticiels, la calculatrice à affichage graphique, le CBL, les sondes et les interfaces, les systèmes de télécommunication (vidéoconférence, Internet...); ces technologies aident l'enseignant à s'adapter aux différents styles d'apprentissage et d'adopter de nouvelles attitudes à l'égard de l'apprentissage. Ces nouvelles technologies aident les élèves à mieux résoudre les problèmes, augmentent leur motivation et leur permettent d'assumer la responsabilité de leur apprentissage. La clé de l'emploi effectif de ces technologies dans la salle de classe est qu'elles doivent être interactives.

Les élèves ne sont pas des réceptifs passifs d'informations, mais ils devraient s'engager activement dans ce processus pour apprendre à développer tant leurs habiletés disciplinaires que leurs habiletés langagières, sociales et médiatiques pour communiquer de façon pertinente.

À l'ère de l'informatique et dans ce monde en mutation technologique, notre planète devient un « village global », où l'élève n'a pas besoin de mémoriser les données, mais bien de savoir les recueillir, les organiser, les analyser et les récupérer.

C'est dans des classes hétérogènes que la technologie se révèle importante. Ses outils ont le potentiel de rehausser l'estime de soi, de faciliter l'individualisation des apprentissages d'élèves ayant des besoins particuliers et d'accroître la productivité des enseignants et des élèves, et d'enrichir leur vie à l'extérieur de la salle de classe.

# Orientations des programmes des sciences de la nature

*« La formation scientifique doit servir de fondement à la participation avertie du citoyen au développement d'une société technologique, comme élément du processus d'apprentissage permanent, en tant que préparation à l'entrée dans le marché du travail et comme instrument d'épanouissement personnel des élèves. »*

*« Il importe donc que les élèves apprennent qu'ils peuvent comprendre l'environnement et agir sur lui grâce à leurs propres observations et à leurs propres déductions, mais que cette démarche a des limites. Ils doivent aussi savoir que les sciences constituent aussi un mécanisme d'explication et de maîtrise qui, bien qu'il ait aussi ses limites, possède un pouvoir explicatif particulier, et par conséquent, a été accepté par la communauté scientifique et l'ensemble de la collectivité. »*

*Conseil des sciences du Canada (1984)*

## Buts

Les programmes d'études des sciences de la nature en Nouvelle-Écosse préconisent la promotion de l'égalité des sexes et de l'égalité sociale. Ils mettent l'accent sur les liens entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement (STSE). Leur but est de faire connaître les sciences à tous les élèves, les amener à établir des rapports intelligents avec leur univers et à développer une culture scientifique afin qu'ils contribuent au développement d'une société capable de comprendre les fondements qui la gouvernent et l'évolution technologique qui la propulse. Constituée d'un ensemble évolutif d'attitudes, d'habiletés et de connaissances en sciences, cette culture permet à l'élève de développer ses aptitudes liées à la recherche scientifique, de résoudre des problèmes, de prendre des décisions éclairées, d'avoir le goût d'apprendre toute sa vie et de maintenir un sens d'émerveillement du monde qui l'entoure. Ces programmes offrent un cadre qui permet à l'élève d'acquérir une culture scientifique en :

- développant un sentiment d'émerveillement et de curiosité, couplé d'un sens critique, à l'égard de l'activité scientifique et technologique;
- se servant des sciences et de la technologie pour construire de nouvelles connaissances et résoudre des problèmes, lui permettant d'améliorer sa qualité de vie et celle des autres;
- abordant de façon critique des questions d'ordre social, économique, éthique et environnemental liées aux sciences et à la technologie;
- se donnant des bases solides en sciences lui offrant la possibilité de poursuivre des études supérieures, de se préparer à une carrière liée aux sciences et d'entreprendre des loisirs à caractère scientifique convenant à ses intérêts et aptitudes;
- développant des aptitudes et des intérêts pouvant varier de ceux des autres, et en développant une sensibilisation à une vaste gamme de carrières liées aux sciences, à la technologie et à l'environnement.

## Nature de l'apprentissage

À l'heure actuelle, on remarque de plus en plus l'importance accordée au besoin de préparer les élèves à devenir des citoyens capables de résoudre des problèmes, de raisonner efficacement, de communiquer précisément et d'apprendre comment apprendre durant toute leur vie. La question des années à venir se posera en ces termes: comment permettre à ces élèves de s'unir à ce savoir, d'en extraire le sens, d'en dégager des priorités et de l'intégrer dans leur quotidien pour le faire vivre, pour le questionner, pour leur donner la possibilité de construire des communications plus vivantes et développer des relations humaines saines. L'enseignement de toute discipline repose sur les principes suivants relatifs à l'apprentissage chez les élèves.

- **L'apprentissage se produit de différentes manières :**

Il est naturellement évident que chaque élève est caractérisé par une façon spécifique de penser, d'agir et de réagir. Pour cette raison, différentes situations d'apprentissage doivent être offertes aux élèves de façon à respecter leurs différentes intelligences, leurs différences cognitives, sociales, culturelles ainsi que leurs rythmes d'apprentissage.

- ***L'apprentissage est fondé et affecté par l'expérience et les connaissances antérieures :***

« Il ne suffit pas de bien représenter une somme de connaissances à un élève (de lui en dire plus, de les lui montrer mieux), pour que ce dernier comprenne, mémorise et intègre spontanément. C'est l'apprenant qui, seul, doit construire chaque bribe de savoir en s'appuyant sur les outils qui lui sont disponibles, c'est-à-dire sur ses idées et ses procédures de pensée. »

*G De Vecchi et A. Giordan*

L'apprentissage est influencé par les préconceptions et les expériences personnelles et culturelles ainsi que par les connaissances antérieures des élèves au moment de l'expérience éducative. Ils apprennent mieux lorsque les activités d'apprentissage sont significatives, pertinentes, réalisables, axées sur des expériences concrètes d'apprentissage et liées à des situations de la vie courante. En bref, chaque élève est capable d'apprendre et de penser.

- ***L'apprentissage est affecté par le climat du milieu d'apprentissage :***

Les élèves apprennent mieux lorsqu'ils sentent qu'ils sont acceptés par l'enseignant et par leurs camarades de classe (Marzano, Dimensions of Learning, 1992, page 5). Plus le milieu d'apprentissage est

sécurisant, plus les élèves se sentent capables de prendre des risques, d'apprendre et de développer des attitudes et des visions intérieures positives.

- ***L'apprentissage est affecté par les attitudes vis-à-vis les tâches à accomplir :***

Les élèves s'engagent physiquement et avec émotion à accomplir des tâches lorsque celles-ci sont significatives, intéressantes et réalisables. Ces tâches devraient correspondre aux talents et aux intérêts des élèves tout en visant l'atteinte des résultats d'apprentissage prescrits.

- ***L'apprentissage est un processus de développement :***

La compréhension et les idées développées par les élèves sont progressivement élargies et reconstruites au fur et à mesure qu'ils apprennent de leurs propres expériences et perfectionnent leur capacité à conceptualiser ces expériences. L'apprentissage exige de travailler activement à l'élaboration d'un sens. Il implique l'établissement des liens entre les nouveaux acquis et les connaissances antérieures.

- ***L'apprentissage se produit par la recherche et la résolution de problèmes :***

L'apprentissage est plus significatif lorsque les élèves travaillent individuellement ou en équipes pour identifier et résoudre des problèmes. L'apprentissage, lorsqu'il se réalise en collaboration avec d'autres personnes, est une importante source de motivation, de soutien et d'encadrement. Ce genre d'apprentissage aide les élèves à acquérir une base de connaissances, d'habiletés et d'attitudes leur permettant d'explorer des concepts de plus en plus complexes dans un contexte plus significatif.

- ***L'apprentissage est facilité par l'utilisation d'un langage approprié à un contexte particulier:***

Le langage fournit aux élèves un moyen d'élaborer et d'explorer leurs idées et de les communiquer à d'autres personnes. Il leur fournit aussi des occasions d'intérioriser les connaissances et les habiletés.

# Nature de l'enseignement

À la lumière des considérations précédentes, touchant la nature de l'apprentissage, il est nécessaire de souligner que l'apprentissage des élèves définit l'enseignement et détermine les stratégies utilisées par l'enseignant. L'enseignement de toute discipline doit tenir compte des principes suivants :

- ***L'enseignement devrait être conçu de manière à ce que le contenu soit pertinent aux élèves :***

Il est évident que le milieu d'apprentissage est un milieu favorable à l'enseignant pour initier la démarche d'apprentissage des élèves. C'est à lui que revient la tâche de proposer des situations d'apprentissage stimulante et motivantes en rapport avec les résultats d'apprentissage prescrits. Il devrait agir comme un guide expert sur le chemin de la connaissance, un défenseur des idées et des découvertes des élèves, un penseur créatif et critique, et un partisan de l'interaction active. De cette façon, il devient un facilitateur qui aide les élèves à reconnaître ce qui est connu et ce qui est inconnu. Il facilite leurs représentations sur le sujet à l'étude et les aide à réaliser des expériences pertinentes permettant de confronter ces représentations. C'est ainsi que l'enseignant devient un partenaire dans le processus dynamique de l'apprentissage.
- ***L'enseignement devrait se produire dans un climat favorisant la démarche intellectuelle :***

C'est à l'enseignant de créer une atmosphère non menaçante et de fournir aux élèves beaucoup d'occasions pour leur enseigner comment développer les habiletés mentales supérieures telles que l'analyse, la synthèse et l'évaluation. C'est à lui que revient la tâche de structurer l'interaction des élèves entre eux avec respect, intégrité et sécurité afin de favoriser le raisonnement et la démarche intellectuelle. Dans une telle atmosphère propice au raisonnement et à l'apprentissage, l'enseignant encourage la pédagogie de la question ouverte et favorise l'apprentissage actif par l'entremise d'activités pratiques axées sur la résolution de problèmes. Il favorise aussi l'ouverture d'esprit dans un environnement où les élèves et leurs idées sont acceptés, appréciés et valorisés, et la confiance en leurs capacités cognitives et créatives est nourrie continuellement.
- ***L'enseignement devrait encourager la coopération entre les élèves :***

En laissant de la place au travail individuel, l'enseignant devrait promouvoir le travail coopératif. Les élèves peuvent travailler et apprendre ensemble, mais c'est à l'enseignant de leur donner des occasions de mieux se familiariser avec les diverses habiletés sociales pour travailler et apprendre en coopérant. Il faut qu'il crée un environnement permettant de prendre des risques, de partager l'autorité et le matériel, de se fixer un objectif d'équipe, de développer la maîtrise du soi et le respect des autres et d'acquiescer le sentiment de l'interdépendance positive. L'enseignant doit être conscient que les activités d'apprentissage coopératives permettent aux élèves d'apprendre mutuellement et de développer des habiletés sociales et langagières, et des habiletés mentales supérieures. Lorsqu'elles sont menées d'une façon efficace, les activités coopératives obligent les élèves à définir, à clarifier, à élaborer, à analyser, à synthétiser, à évaluer et à communiquer.
- ***L'enseignement devrait être axé sur les modes de raisonnement :***

Dans un milieu actif d'apprentissage, l'enseignant devrait responsabiliser chaque élève de son apprentissage et de celui des autres. C'est à lui que revient la responsabilité d'enseigner aux élèves comment penser et raisonner d'une façon efficace. Il devrait sécuriser et encourager les élèves à se questionner, à émettre des

hypothèses et des inférences, à observer, à expérimenter, à comparer, à classer, à induire, à déduire, à enquêter, à soutenir une opinion, à faire des abstractions, à prendre des décisions informées, à résoudre des problèmes et à prendre des risques. En toute sécurité, l'enseignant devrait encourager les élèves à risquer des raisonnements et à explorer. Ils doivent pouvoir le faire avec la certitude que faire des erreurs ou se tromper fait partie intégrante du processus de raisonnement et d'apprentissage. Face à cette réalité, les élèves peuvent essayer des nouvelles avenues et considérer des solutions de remplacement. C'est de cette façon qu'ils acquièrent, intègrent, élargissent, raffinent et utilisent les connaissances et les compétences et qu'ils développent le raisonnement critique et la pensée créative.

- ***L'enseignement devrait favoriser une variété de modes d'apprentissage :***

Il faut que l'enseignant soit conscient qu'à la diversité des styles d'apprentissage correspond une diversité de styles d'enseignement. Il devrait d'abord observer de quelle façon les élèves apprennent le mieux. Il découvre ainsi leurs styles d'apprentissage et leurs intelligences. Ensuite, il devrait mettre en œuvre une gamme de stratégies d'enseignement efficaces. Dans la mesure du possible, il devrait mettre à leur disposition une variété de ressources pertinentes et utiliser

divers documents et outils technologiques en collaborant avec le personnel de l'école et les parents comme avec les membres et les institutions de la communauté. C'est de cette façon que chaque élève peut penser et apprendre.

- ***L'enseignement devrait fournir des occasions de réflexion et de communication :***

Enseigner comment réfléchir et communiquer revient à utiliser des stratégies efficaces permettant aux élèves de découvrir le sens de la matière et favorisant la synthèse des nouvelles connaissances et habiletés cognitives et langagières avec celles acquises auparavant. Ces stratégies devraient aider les élèves à apprendre à raisonner d'une façon autonome et efficace, et à communiquer d'une façon juste et précise à l'écrit comme à l'oral. Tout ceci permet à l'élève de développer des compétences qui l'aident à apprendre tout au long de sa vie.

- ***L'enseignement devrait favoriser une approche scientifique de découverte et d'exploration :***

L'enseignant devrait aménager le milieu d'apprentissage des sciences de façon à permettre aux élèves d'explorer eux-mêmes divers phénomènes naturels, de découvrir des relations, des abstractions et de faire des généralisations parfois sophistiquées. Par la poursuite et le perfectionnement d'une approche scientifique de découverte et d'exploration, la curiosité naturelle des élèves sera encouragée et stimulée. Ils affineront leurs habiletés cognitives, techniques, langagières, sociales et médiatiques tout en développant des attitudes et des dispositions positives face aux sciences. Le milieu d'apprentissage remplira pleinement sa fonction s'il permet aux élèves de **faire de la science**, non seulement la contempler passivement, mais **l'expérimenter** et la **questionner** dans des situations authentiques, variées et significatives.

- ***L'enseignement devrait favoriser le développement d'un code d'éthique :***

L'enseignement des sciences contribue au développement d'attitudes positives vis-à-vis le mode de pensée critique et l'apprentissage des sciences. Les attitudes étant développées dès le jeune âge, il est important de continuer à développer chez les élèves le sentiment d'émerveillement face au monde vivant et inerte qui les entoure et de les responsabiliser face à sa protection. L'enseignant devrait continuer à favoriser ces attitudes chez tous les élèves sans distinction et discrimination.

De cette façon, il les amène à être toujours plus conscients des enjeux et à apprécier la nature provisoire des connaissances scientifiques et leur contribution à l'essor de la société.

Aidés à comprendre les différents phénomènes en cause dans la nature et encouragés à découvrir et à réaliser la relation entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement, les élèves seront en mesure d'exercer leur jugement et d'agir selon un code d'éthique qu'ils développeront et enrichiront tout au long de leur vie.

scientifique des élèves et le style d'apprentissage qu'ils préfèrent. « Toutefois, les personnes naissent avec des potentialités et des talents qui leur sont propres, se développent de la même manière et, à travers leur apprentissage et leur socialisation, effectuent des choix variables sur la façon dont ils aiment apprendre et le rythme auquel ils aiment le faire. »<sup>1</sup>

Par conséquent, il est important pour les enseignants de tous les niveaux, d'être conscients que le fait d'apprendre est un processus naturel qui consiste à poursuivre des objectifs ayant une signification pour soi. Ce processus est intérieur, volitif et actif; il se définit par une découverte et une construction de sens à partir d'une information et d'une expérience scientifiques, l'une et l'autre filtrées par les perceptions, les pensées et les émotions propres de l'élève. Tout ceci nécessite une souplesse de la part de l'enseignant afin de respecter les différences individuelles au plan du développement.

### *L'élève à l'élémentaire (de 5 à 12 ans)*

Au début, l'élève apprend plus facilement par l'expérience directe. Le milieu d'apprentissage doit donc lui offrir le temps et l'espace lui permettant une exploration active. Puis, au fur et à mesure que se développe son langage, il devient plus apte à représenter ses pensées de façon symbolique, et ce, par l'écriture, le dessin, les graphiques et la modélisation. L'enseignant doit veiller à ce que l'élève expérimente diverses façons de représenter ses connaissances et sa compréhension.

## Composantes pédagogiques du plan d'études

### Profil psychopédagogique de l'élève

#### *Développement cognitif*

Afin de pouvoir dresser une image de l'apprentissage correspondant à la maturité intellectuelle des élèves, les enseignants doivent être conscients que toute personne est naturellement curieuse et aime apprendre, mais de fortes expériences cognitives et émotives positives (par exemple, le fait de se sentir en sécurité, d'être accepté et valorisé) déclenche leur enthousiasme à développer une motivation intrinsèque pour l'apprentissage. Les enseignants doivent connaître les étapes du développement cognitif et métacognitif, la capacité de raisonnement

---

<sup>1</sup>Tiré de « Principes centrés sur l'apprenant et l'apprenante, Des orientations pour une redéfinition et une réforme de l'école », Une collaboration de l'Association américaine de psychologie et du Laboratoire régional sur l'éducation du Centre des États-Unis, janvier 1993. (Traduction française par Réginald Grégoire Inc., juillet 1995)- [Internet - <http://www.fse.ulaval.ca/fac/tact/fr/html/proncipe.html#anchor160368>]

Les expériences directes, les objets et les ressources visuelles facilitent la compréhension de l'élève. Il est essentiel que ce dernier ait l'occasion d'effectuer des expériences, car il comprend mieux lorsqu'il participe activement aux activités d'apprentissage.

Pendant son passage du début au milieu de son enfance, l'élève devient capable d'atteindre le stade métacognitif ou directif concernant sa propre pensée, des structures de son savoir et de la mémoire, de même que de remettre en cause les processus et les contenus, d'entrer en dialogue avec eux, de les gérer et d'assurer leur régulation.

*« À ce stade, un programme correspondant au niveau de développement encourage l'exploration d'une gamme étendue de concepts scientifiques d'une façon telle que l'enfant conserve son plaisir de faire des sciences et sa curiosité dans ce domaine. Une telle démarche fait appel aux contextes réels, aux expériences de l'enfant et à son langage pour élaborer des concepts. Elle reconnaît aussi qu'il faut beaucoup de temps à un enfant pour atteindre une solide compréhension et pour développer les habiletés nécessaires à raisonner et communiquer de façon scientifique. Elle permet la présentation répétée d'importants concepts, et ce, dans une diversité de contextes, tout au long de l'année scolaire et d'une année à l'autre. »<sup>2</sup>*

### **L'élève au secondaire premier cycle (de 12 à 15 ans)**

L'adolescence est une étape importante dans la vie de tout être humain. C'est une période où un grand nombre d'expériences émotionnelles et sociales apparaissent pour la première fois dans la vie. Oscillant entre l'enfant et le jeune adulte, l'adolescent est assez fragile. Il a besoin d'amitié, de divertissement, de respect et de valorisation. L'état d'esprit, la stabilité, la confiance et la capacité d'empathie des enseignants constituent des conditions préalables au développement d'un sens d'appartenance et d'acceptation par les camarades, et par soi-même, du respect de soi et d'un climat stimulant pour l'apprentissage. Au cours de ces années, un grand nombre d'élèves commencent à penser de façon abstraite. À ce stade, l'élève est davantage en mesure de comprendre la nature de quelques phénomènes naturels simples et d'employer des modèles pour représenter les situations ayant trait aux sciences de la vie, à la physique, à la chimie et aux sciences de la Terre et de l'espace et d'autres concepts et notions scientifiques abstraits tels que la pression, le courant électrique, etc. Il faut toutefois noter que, bien qu'il commence à développer la capacité de « manipuler » des pensées et des concepts, il a encore besoin de mener des expériences pratiques. La façon dont il traite l'information l'amène à réussir plus facilement à résoudre des problèmes concrets. Les connaissances acquises associées aux liens conceptuels logiques permettent de résoudre des problèmes comportant plusieurs étapes. La découverte des concepts se fait, en groupe ou individuellement par l'entremise d'activités significatives rattachées aux sciences, à la technologie, à la société et à l'environnement.

Actuellement, une autre tendance consiste à développer la pensée fondée sur des hypothèses et à considérer les diverses possibilités qui se présentent dans des situations données. Il est important de respecter les différentes façons de présenter les concepts. En outre, afin de pouvoir développer ses talents, l'enfant de cet âge a besoin de recevoir des encouragements et d'évoluer dans un environnement où règne un climat de sécurité et de respect.

---

<sup>2</sup>Tiré de : Programme d'études-Mathématiques, Province de la Nouvelle-Écosse

« Étant donné les développements importants qui s'opèrent (à ce stade), que ce soit aux plans intellectuel, psychologique, social ou physique, l'élève commence à développer son habileté à réfléchir et à raisonner de façon plus abstraite. Cependant, tout au long de cette période, l'acquisition des connaissances doit continuer à se faire par l'entremise d'expériences concrètes, ce qui lui permettra d'abstraire des significations et des concepts plus complexes. L'utilisation du langage oral ou écrit aide l'élève à clarifier son raisonnement et à formuler ses observations au moment où il élabore et valide ses idées scientifiques. »<sup>3</sup>

### **L'élève au secondaire deuxième cycle (de 15 à 19 ans)**

Au cours de cette période, l'élève peut avoir recours à des règles abstraites pour résoudre des problèmes mais il a besoin d'être aidé et guidé pour reconnaître les contextes d'application de telles règles. Il est important de noter que la capacité à mettre en pratique les habiletés opérationnelles formelles varie en fonction du degré d'expérience dans un domaine scientifique donné. Par conséquent, l'élève a besoin de participer activement à la découverte des notions et des concepts scientifiques en vivant des activités significatives dans un contexte STSE. Par ailleurs, au cours de ces années, il préfère souvent procéder à une recherche poussée dans un domaine de son choix.

Au fur et à mesure qu'il perfectionne ses capacités de raisonnement, l'élève indépendamment de la quantité et de la qualité de l'information disponible, cherche à se donner une représentation cohérente et significative de son savoir, prend davantage conscience de la complexité des questions en cause et il se peut qu'il rejette toute explication simpliste. Une expérience de la vie plus grande lui procure de nouvelles occasions de parfaire les habiletés de raisonnement et de pensée déjà acquises. L'élève développe la capacité de passer du concret à l'abstrait mais il a encore besoin d'un enseignement fondé sur les deux approches.

Le rôle des élèves au sein de la démarche d'apprentissage devrait changer en vue de préparer leur entrée au marché du travail ou leur accession aux études postsecondaires. Les expériences visant à favoriser une curiosité intellectuelle continue et une autonomie toujours plus grande devraient inciter les élèves à devenir des autodidactes qui, invariablement découvrent, énoncent, symbolisent, appliquent et généralisent des concepts scientifiques. En outre, les enseignants et les élèves doivent devenir des partenaires naturels en matière d'élaboration de concepts scientifiques et de résolution de problèmes rattachés aux sciences de la vie, à la physique, à la chimie et aux sciences de la Terre et de l'espace.

## **Résultats d'apprentissage en sciences de la nature**

### **Résultats d'apprentissage des programmes**

Les résultats d'apprentissage des programmes des sciences de la nature de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année, s'inspirent de la vision que tout élève en Nouvelle-Écosse, quelque soit son sexe et son origine culturelle, aura la possibilité de développer une culture scientifique.

---

<sup>3</sup>Tiré de : Programme d'études - Mathématiques, Province de la Nouvelle-Écosse

À la lumière de la vision de la culture scientifique et de la nécessité de développer cette culture, quatre résultats d'apprentissage ont été élaborés. Ils reflètent le caractère global et les liens étroits qui caractérisent l'apprentissage et doivent être considérés interdépendants et complémentaires.

Les descriptions qui suivent donnent un aperçu de la profondeur et de l'étendue de chaque résultat d'apprentissage.

### Résultat d'apprentissage relatif aux STSE (Sciences, technologie, société et environnement)

« Les rapports entre les sciences, la technologie et la société devraient être soulignés à chaque année d'enseignement, surtout pour les élèves des dernières années du secondaire qui se préoccupent d'importantes questions sociales liées aux sciences. »

*J. Keees et G.S. Aikenhead,  
dans B.J. Fraser et  
H.J. Walberg (1995)*

L'élève sera apte à mieux comprendre la nature des sciences et de la technologie, les interactions entre les sciences et la technologie et les contextes social et environnemental des sciences et de la technologie.

Ce résultat d'apprentissage constitue le moteur même des programmes des sciences de la nature de la Nouvelle-Écosse. De nombreux résultats d'apprentissage, par cycle et spécifiques, présentés dans les plans d'études, découlent directement ou indirectement du domaine STSE.

Ce résultat d'apprentissage met l'accent sur les trois dimensions importantes suivantes :

#### Nature des sciences et de la technologie

Les sciences constituent une activité humaine et sociale unique, ayant une longue histoire tissée par beaucoup de femmes et d'hommes issus de sociétés très diverses. Elles constituent également une façon de connaître l'Univers et reposent sur la curiosité, la créativité, l'imagination, l'intuition, l'exploration, l'observation et la capacité de reproduire des expériences, d'interpréter des résultats et de débattre ces résultats et la façon dont ils sont interprétés. L'activité scientifique fournit une base de connaissances et de théories utilisées pour prédire et interpréter les phénomènes naturels et ceux de conception humaine. Bon nombre de personnes expertes en histoire, en sociologie et en philosophie des sciences affirment qu'il n'y a pas qu'une seule méthode établie pour permettre de mener une recherche scientifique. Elles croient plutôt que les sciences sont dirigées par un ensemble de théories, de connaissances, d'expériences et de processus ancrés dans le monde physique. Les connaissances et théories scientifiques sont constamment mises à l'épreuve, modifiées et perfectionnées au fur et à mesure que de nouvelles connaissances et théories les remplacent. À travers l'histoire, plusieurs intervenantes et intervenants d'origines et de formations diverses ont débattu chaque nouvelle observation et hypothèse, remettant ainsi en question des connaissances scientifiques jusqu'alors acceptées. Ce débat scientifique se poursuit encore aujourd'hui, selon un jeu très élaboré de discussions théoriques, d'expériences, de pressions sociales, culturelles, économiques et politiques, d'opinions personnelles et de besoins de reconnaissance d'acceptation par des pairs.

Bien qu'il puisse y avoir des changements majeurs dans notre compréhension du monde lors de découvertes scientifiques révolutionnaires, une grande partie de cette compréhension résulte plutôt de l'accumulation constante et progressive de connaissances.

À l'instar des sciences, la technologie est une activité humaine créative dont la longue histoire est ancrée dans toutes les sociétés de la planète. La technologie se préoccupe principalement de proposer des solutions à des problèmes soulevés par l'adaptation des êtres humains à l'environnement. Les solutions possibles sont fort nombreuses, mais elles ont inévitablement beaucoup de conditions, de buts et de contraintes. La

« Les sciences constituent un processus créatif qui tente de découvrir et de comprendre, et qui produit par le fait même des connaissances... Les sciences sont souvent vues comme étant à la fois un produit et un processus. »

*E.P. Hart (1987)*

technologie se préoccupe principalement d'élaborer des solutions optimales présentant un équilibre entre les coûts et les avantages pour la société, l'économie et l'environnement.

### **Interactions entre les sciences et la technologie**

Les sciences et la technologie ont des interactions importantes, mais elles comportent aussi d'importantes différences. En effet, les sciences se distinguent de la technologie par des buts et des démarches. La technologie est plus que l'application des sciences; elle puise dans bien d'autres disciplines pour résoudre des problèmes. Cependant, les sciences et la technologie ont, dans leur histoire, puisé l'une dans l'autre, et les liens qui les unissent sont inextricables.

En comprenant les interactions entre les sciences et la technologie, l'élève apprend à apprécier comment les sciences et la technologie interagissent, comment elles se développent dans un contexte social, comment elles sont utilisées pour améliorer la vie des gens et comment elles ont des implications sur l'élève elle-même ou lui-même, sur autrui, sur l'économie et sur l'environnement.

### **Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie**

L'histoire des sciences permet d'éclairer la nature de l'entreprise scientifique. En fait, le contexte historique sert par-dessus tout à rappeler comment les traditions culturelles et intellectuelles ont influencé les questions et les méthodologies scientifiques et comment, en retour, les

sciences ont influencé le domaine plus large des idées.

De nos jours, la majorité des scientifiques travaillent dans le secteur privé et la recherche est plus souvent poussée par des besoins sociétaux et environnementaux que par le besoin de faire de la recherche fondamentale. Certaines solutions technologiques ont donné lieu à des problèmes sociaux et environnementaux. Ces questions font de plus en plus partie des programmes politiques. Le potentiel que représentent les sciences d'informer la prise de décision et d'habiliter les individus, les communautés et la société dans son ensemble à prendre ces décisions, est crucial si l'on veut fournir la culture scientifique nécessaire à une société démocratique.

Les connaissances scientifiques sont nécessaires, mais elles ne suffisent par elles-mêmes à faire comprendre les interactions entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement. Pour comprendre ces interactions, il est aussi essentiel de comprendre les valeurs inhérentes des sciences, de la technologie, d'une société particulière et de son environnement.

Au fur et à mesure que l'élève avance dans sa scolarité, elle ou il apprend à comprendre et à appliquer les interactions STSE dans des contextes de plus en plus exigeants. Au cours des premières années, une attention considérable est accordée à l'acquisition par l'élève d'une compréhension fonctionnelle de ces interactions; dans les années qui suivent, ces éléments sont davantage de nature conceptuelle. Le perfectionnement de la compréhension des interactions STSE peut comporter chacun des éléments suivants :

- la complexité de la compréhension - passer d'idées concrètes et simples à des concepts abstraits; passer d'une connaissance limitée des sciences jusqu'à une connaissance plus profonde et plus large des sciences et du monde;
- les applications en contexte - passer de contextes locaux et personnels à des contextes sociétaux et planétaires;
- la considération de variables et de perspectives - passer d'une ou deux variables ou de perspectives simples à un grand nombre d'entre elles dont la complexité s'accroît;

- le jugement critique - passer de jugements simples sur le vrai ou le faux de quelque chose à des évaluations complexes;
- la prise de décisions - passer de décisions prises à partir de connaissances limitées et avec l'aide d'une enseignante ou d'un enseignant, à des décisions basées sur des recherches approfondies comportant un jugement personnel et prises de façon indépendante, sans l'aide de conseils.
- Pour chaque élève, le développement de sa compréhension des interactions STSE peut devancer ou prendre du retard par rapport à l'échéancier prévu par les programmes, ce qui dépend en bonne partie de l'étape à laquelle se situe son développement cognitif et social.

### Résultat d'apprentissage relatif aux habiletés

L'élève développera les habiletés requises pour la recherche scientifique et technologique, la résolution de problèmes, la communication de concepts et de résultats scientifiques, la collaboration et la prise de décisions éclairées.

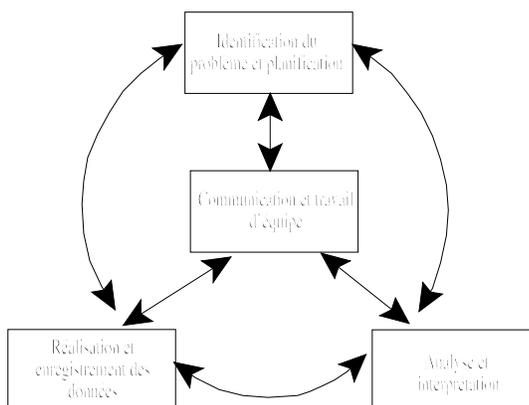
L'élève se sert de diverses habiletés pour répondre à des questions, résoudre des problèmes et prendre des décisions. Bien que ces habiletés ne soient pas l'apanage exclusif des sciences, elles jouent un rôle important dans l'évolution d'une compréhension des sciences et dans l'application des sciences et de la technologie à des situations nouvelles.

La présentation des habiletés ne doit pas être interprétée comme constituant une suite linéaire ou comme un ensemble unique d'habiletés exigées dans toutes les recherches scientifiques. Chaque recherche et chaque application des sciences possèdent des caractéristiques uniques qui déterminent la combinaison et la séquence des habiletés requises.

Les habiletés sont énumérées pour chaque cycle d'enseignement et pour chaque année scolaire. La plupart des habiletés de base reçoivent une attention considérable dans les premières années, tandis que certaines habiletés particulières sont développées et raffinées dans les années suivantes.

Les programmes présentent quatre domaines d'habiletés. Chaque groupe d'habiletés suit une évolution de la maternelle à la 12<sup>e</sup> année. Leur portée et la complexité de leur application augmentent progressivement.

### Interactions entre les quatre domaines d'habiletés



• **Identification du problème et planification**

Il s'agit des habiletés d'interroger, d'identifier des problèmes, d'élaborer des idées et des projets préliminaires.

• **Réalisation et enregistrement de données**

Il s'agit des habiletés de mener à bien un plan d'action, ce qui comprend la collecte de données par le biais de l'observation et, dans la plupart des cas, la manipulation d'objets, de substances, de matériaux et d'équipement.

• **Analyse et interprétation**

Il s'agit des habiletés d'examiner des renseignements et des données, de traiter et de présenter ces données afin de les interpréter, et enfin de faire l'interprétation, l'évaluation et l'application des résultats.

• **Communication et travail d'équipe**

En sciences, comme dans d'autres domaines, les habiletés de communication sont indispensables à chaque étape d'élaboration, de mise à l'épreuve, d'interprétation, de débat et d'acceptation d'idées. Le développement de ces habiletés de communication est particulièrement important chez les jeunes francophones de la Nouvelle-Écosse. Les habiletés de travailler en équipe sont également une composante importante puisque l'élaboration et l'application d'idées scientifiques constituent un processus de

collaboration aussi bien au sein de la société qu'à l'intérieur de la salle de classe.

Alors que l'élève avance d'année scolaire en année scolaire, les habiletés acquises sont appliquées dans des contextes de plus en plus exigeants. Le perfectionnement des habiletés peut comporter chacun des éléments suivants :

- la portée d'application - passer d'un éventail restreint à une vaste gamme d'applications;
- la complexité des applications - passer d'applications simples et directes à des applications qui comportent des idées abstraites, des interprétations et des jugements complexes;
- la précision des mesures et des manipulations - passer de mesures et de manipulations approximatives à des mesures et des manipulations précises;
- l'utilisation appropriée de technologies et d'outils actuels - passer du travail avec quelques outils simples à du travail avec une vaste gamme d'outils spécialisés et précis;
- le degré d'autonomie et d'encadrement - passer du travail guidé par un enseignant ou dans une situation structurée à un travail autonome appuyé par un minimum de conseils;
- la prise de conscience et le contrôle - passer d'un plan déterminée d'avance à une démarche qui comporte une prise de conscience, une compréhension et un contrôle, à savoir sélectionner des habiletés et des stratégies qui conviennent le mieux à la tâche à accomplir en utilisant une métacognition et une pensée stratégique;
- la capacité de collaborer - passer du travail individuel au travail en équipe.

Pour chaque élève, le développement d'habiletés précises pourrait devancer ou prendre du retard par rapport à l'échéancier prévu par les programmes, ce qui dépend en bonne partie de l'étape à laquelle se situe son développement cognitif, physique et social.

### Application d'habiletés dans un contexte donné

Il faudrait offrir à l'élève des occasions de développer et de faire évoluer ses habiletés et de les mettre en pratique dans divers contextes. Ces contextes sont liés à la composante STSE des programmes par le biais de trois démarches d'application d'habiletés :

- la recherche scientifique - chercher des réponses à des questions à l'aide d'expériences et de recherche;
- la résolution de problèmes - chercher des solutions à des problèmes liés aux sciences en élaborant et en mettant à l'épreuve des prototypes, des produits et des techniques destinés à répondre à un besoin donné;
- la prise de décisions - fournir des renseignements afin de faciliter la prise de décisions.

### Résultat d'apprentissage relatif aux connaissances

L'élève construira des connaissances et une compréhension des concepts liés aux sciences de la vie, aux sciences physiques et aux sciences de la Terre et de l'espace, et appliquera sa compréhension à l'interprétation, l'intégration et l'élargissement de ses connaissances.

Ce résultat d'apprentissage met en évidence le contenu des sciences et comprend notamment des théories, des modèles, des concepts et des principes essentiels à la compréhension de chaque domaine scientifique. Pour des raisons d'organisation, ce résultat d'apprentissage est fondé sur des disciplines scientifiques couramment acceptées.

- **Sciences de la vie**

Les sciences de la vie se préoccupent de la croissance et des interactions des formes de vie dans leur environnement de façon à refléter leur caractère unique, leur diversité, leur continuité génétique et leur nature changeante. Les sciences de la vie comprennent des domaines d'étude tels que les écosystèmes, la biodiversité, l'étude des organismes, l'étude de la cellule, la biochimie, le génie génétique et la biotechnologie.

- **Sciences physiques**

Les sciences physiques, qui englobent la chimie et la physique, se préoccupent de la matière, de l'énergie et des forces. La matière a une structure et ses composantes ont des interactions entre elles. L'énergie relie la matière aux forces gravitationnelle, électromagnétique et nucléaire de l'univers. Les sciences physiques se préoccupent des lois de conservation de la masse et de l'énergie, de la quantité de mouvement, et de la charge électrique et de l'interaction entre les ondes et la matière.

- **Sciences de la Terre et de l'espace**

Les sciences de la Terre et de l'espace fournissent à l'élève des perspectives mondiales et universelles sur ses connaissances. La Terre, notre planète, a une forme, une structure et des régularités de changement, tout comme le Système Solaire qui nous entoure et l'Univers physique au delà de celui-ci. Les sciences de la Terre et l'espace comprennent des domaines d'études comme la géologie, la météorologie et l'astronomie.

« Les citoyennes et citoyens d'une communauté qui possèdent généralement les savoirs de base (...) sont en mesure de développer des philosophies de vie qui les satisfont, de prévoir leur vie en manière efficace, de contribuer de façon démocratique à l'établissement de politiques à tous les niveaux, d'appliquer leurs études à leur quotidien et de contribuer à leur épanouissement personnel et à un développement économique, humain et social viable. »

G.R. Meyer (1995)

- **Établir des liens entre les disciplines scientifiques**

Une bonne façon de créer des liens entre les disciplines scientifiques est d'avoir recours à des concepts unificateurs, des idées clés qui sous-tendent et relient entre elles différentes disciplines scientifiques et viennent ainsi en aide au personnel enseignant et à l'élève. Les concepts unificateurs permettent d'intégrer de grandes idées et aussi de fournir un contexte dans lequel on peut expliquer, organiser et établir des liens entre des connaissances. Les concepts unificateurs servent à relier entre elles les structures théoriques des diverses disciplines scientifiques et à démontrer leur parallélisme et leur cohérence. Ils constituent également des outils pédagogiques pouvant s'appliquer à de nombreuses disciplines, des mathématiques à la technologie en passant par les affaires et la politique.

Quatre concepts unificateurs ont été utilisés lors de l'élaboration du présent document. Ces concepts unificateurs ont aidé à intégrer divers éléments de connaissances appartenant aux trois disciplines scientifiques.

- **Constance et changement**

Les concepts de constance et de changement sous-tendent la plupart des connaissances sur le monde naturel et technologique. Grâce à l'observation, l'élève apprend que certaines caractéristiques des objets, des substances, des matériaux et des systèmes demeurent constantes au fil du temps (p.ex. : la vitesse de la lumière ou la charge d'un électron), tandis que d'autres changent. À l'aide d'études formelles et informelles, l'élève apprend à comprendre la nature des choses et des phénomènes ainsi que les conditions nécessaires au changement.

- **Énergie**

La notion d'énergie est un outil conceptuel qui rassemble plusieurs connaissances liées aux sciences des phénomènes naturels, des objets, des substances et des matériaux et du processus de changement. L'énergie est la force motrice à la fois du mouvement et du changement. L'élève apprend à décrire l'énergie par ses effets et à acquérir au fil du temps un concept de l'énergie comme un élément inhérent des substances et de leurs interactions.

- **Similarité et diversité**

Les concepts de similarité et de diversité fournissent des outils permettant d'organiser nos expériences avec le monde. En commençant par des expériences informelles, l'élève apprend à reconnaître les divers attributs des objets, des substances ou des matériaux, d'êtres vivants ou des événements, ce qui lui permet d'en faire des distinctions utiles. Au fur et à mesure que s'élargissent ses connaissances, elle ou il apprend à se servir de procédures et de protocoles couramment acceptés pour décrire et classer les objets qu'elle ou il rencontre, ce qui lui permet de partager ses idées avec autrui et de réfléchir à ses expériences.

- **Systèmes et interactions**

Concevoir le tout en fonction de ses parties et, inversement, comprendre les parties en fonction du tout sont deux aspects importants de la compréhension et de l'interprétation du monde. Un système est une collection d'éléments qui interagissent les uns avec les autres; l'effet global de ces interactions est plus grand que celui des parties individuelles du système, souvent même quand elles sont considérées ensemble.

## Résultat d'apprentissage relatif aux attitudes

Les attitudes se rapportent aux aspects généralistes de conduite qui sont transmis à l'élève par l'exemple et consolidés par l'approbation sélective. Les attitudes ne sont pas acquises de la même façon que le sont les habiletés et les connaissances. Elles ne peuvent être observées à un moment particulier, elles sont plutôt mises en évidence par des manifestations non sollicitées au fil du temps. Le développement des attitudes est un processus permanent auquel participent le foyer, l'école, la communauté et la société en général. Le développement d'attitudes positives joue un rôle important dans l'épanouissement de l'élève en raison de son interaction avec son développement intellectuel et une disposition à la mise en application responsable de ce qu'il apprend. Ce résultat d'apprentissage met en évidence six façons différentes par lesquelles l'enseignement des sciences contribue au développement des attitudes. Ces dernières, organisées en énoncés ou indicateurs d'attitude, ont guidé l'élaboration des résultats d'apprentissage par cycle. Elles ont en outre fourni des liens avec les résultats d'apprentissages se rapportant aux STSE et aux habiletés.

- **Appréciation des sciences**

On encouragera l'élève à reconnaître le rôle et les contributions des sciences et de la technologie dans sa vie tout en ayant conscience de leurs limites

et de leurs impacts. L'enseignement des sciences peut contribuer au développement des attitudes lorsqu'on encourage l'élève à examiner comment les sciences influencent son quotidien et celui des autres, à court et à long terme, afin d'en comprendre davantage la signification potentielle sur sa vie.

- **Intérêts envers les sciences**

On encouragera l'élève à développer un enthousiasme et un intérêt permanents pour l'étude des sciences et ses applications. L'enseignement des sciences peut contribuer au développement des attitudes lorsque l'élève participe à des recherches et des activités scientifiques qui stimulent son intérêt et sa curiosité, augmentant ainsi sa motivation à apprendre et l'encourageant à s'intéresser à des carrières en sciences ou à la poursuite d'autres intérêts reliés aux sciences.

- **Esprit scientifique**

On encouragera l'élève à développer des attitudes qui l'incitent à poursuivre activement des recherches, la résolution de problèmes et la prise de décisions. L'enseignement des sciences peut contribuer au développement des attitudes lorsque l'élève profite d'occasions qui lui offrent la possibilité de développer, de renforcer et d'acquérir des attitudes encourageant la recherche scientifique, telles que l'ouverture d'esprit et la flexibilité, la pensée critique et le respect des données, l'initiative et la persévérance, et la créativité et l'imagination.

- **Collaboration**

On encouragera l'élève à développer des attitudes appuyant le travail en collaboration. L'enseignement des sciences peut contribuer au développement des attitudes lorsque l'élève a l'occasion de travailler en groupe et sur des problèmes du quotidien. L'élève développe ainsi un sens des responsabilités à l'égard d'autrui et une ouverture d'esprit à la diversité, en appréciant à leur juste valeur des perspectives multiples ainsi que les efforts et la contribution d'autres personnes.

On encouragera l'élève à développer des attitudes favorisant l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques et leur application pour le bien commun de soi-même, de la société et de l'environnement.

- **Prise en charge**

On encouragera l'élève à développer une responsabilité dans l'application des sciences et de la technologie par rapport à la société et à l'environnement naturel. L'enseignement des sciences peut contribuer au développement des attitudes lorsque l'élève participe à des activités qui encouragent la responsabilité envers les êtres vivants et l'environnement. Il en est de même lorsque l'élève est invité à considérer, selon différentes perspectives, les problèmes de durabilité.

- **Sécurité**

On encouragera l'élève à démontrer qu'elle ou il se préoccupe de la sécurité dans des situations où entrent en jeu les sciences et la technologie. L'enseignement des sciences peut contribuer au développement des attitudes lorsqu'on encourage l'élève à évaluer et gérer les dangers potentiels et à utiliser des mesures de sécurité, ce qui lui permet d'acquérir une attitude positive à l'égard de la sécurité.

appliquer les habiletés et les concepts scientifiques, dans un contexte STSE, et à continuer à développer des attitudes positives envers la physique qui est considérée comme une activité humaine enrichissante. Ce cours vise à :

- développer chez l'élève une compréhension des grandes idées et des principes qui transcendent et relient les sciences naturelles;
- fournir à l'élève une meilleure compréhension de la vision, de l'enquête et de l'entreprise du monde scientifique;
- aider l'élève à prendre des décisions éclairées sur des études ultérieures ou en vue de faire carrière dans le domaine des sciences;
- fournir à l'élève des occasions d'acquérir, dans un contexte STSE, des connaissances et développer des habiletés et des attitudes qui contribuent à son développement personnel, en résolvant des problèmes concrets.

### Nature et rôle de la physique

La physique est la science qui étudie les propriétés générales de la matière, de l'énergie et de leurs interactions. Elle établit des lois qui rendent compte des phénomènes naturels, les explique et les unifie à l'aide des principes et des structures simples.

La physique est une science quantitative qui s'applique à un vaste éventail de préoccupations et de réalisations humaines. On l'utilise en recherche expérimentale comme en recherche théorique. Elle fournit des principes et des instruments techniques à d'autres disciplines, telles que le génie, l'informatique, l'aéronautique, l'électronique, la médecine, la géologie et la chimie. À leur tour, d'autres disciplines, telles que les mathématiques, la chimie, l'informatique et les arts contribuent à son développement et son évolution. Les principes fondamentaux de la physique forment un ensemble cohérent, basé sur une structure logique, des idées unificatrices et interdépendantes. Leurs applications jouent un rôle important dans l'évolution technologique de la société et contribuent au bien commun de l'humanité. Tout ceci devrait donner l'occasion à l'élève de traiter tout concept physique d'une façon globale et logique qui lui permet de faire des liens avec le monde réel dans lequel il vit.

## Organisation du plan d'études du cours PHY 12

### Buts

Le cours *PHY 12* est un cours académique conçu et développé en utilisant le *Cadre commun des résultats d'apprentissage en sciences de la nature M - 12*. Il aidera l'élève à mieux comprendre et

Les applications de la physique s'étalent de l'infiniment petit à l'infiniment grand, du monde microscopique des particules élémentaires au monde macroscopique de l'univers, de l'électron au microscope électronique, des ondes électromagnétiques au laser, des semi conducteurs aux transistors, du neutrino aux étoiles...

La physique, comme toutes les autres sciences, est une discipline expérimentale qui exige créativité et imagination. Les méthodes d'enquête en caractérisent l'étude. Grâce à l'expérimentation, à la documentation et l'exploration, aux activités de résolution de problèmes, à la technologie et à l'étude indépendante, l'élève acquiert une compréhension des processus et des concepts scientifiques et développe des habiletés et des attitudes. L'étude de la physique nécessite l'utilisation de plusieurs modèles mathématiques pour décrire et prédire des phénomènes et des systèmes. De l'étude de la mécanique newtonnienne à la mécanique quantique, la physique nous offre plusieurs exemples où ces modèles jouent un rôle déterminant. Ces modèles permettent de construire des ponts, des réacteurs nucléaires, des navettes spatiales, etc.

L'histoire de la physique, comme celle de toute autre science, est riche en modèles humains. Des modèles, tels que Archimède, Newton, Laplace, Maxwell, Joule, Planck, Bohr, Marie Curie, Irène Curie, Einstein, Hawking, ont sacrifié une longue période de leur vie pour faire de la physique une activité typiquement humaine et sans frontières.

### Résultats d'apprentissage du cours

En *PHY 12*, l'élève étudie la physique dans des contextes appropriés et se livre à des activités significatives présentées dans une perspective authentique et concrète. Ces activités l'aident à atteindre les résultats d'apprentissage prescrits afin d'atteindre, dans un cadre plus global, les résultats d'apprentissage transdisciplinaires.

Les résultats d'apprentissage du cours *PHY 12* s'adaptent à la grande majorité des élèves. Ils sont sous forme d'énoncés généraux qui décrivent les habiletés et les connaissances que l'élève devrait acquérir avant la fin de la douzième année et les attitudes qu'il devrait développer au cours du cycle (10 à 12), dans un contexte STSE.

Le cours *PHY AVA 12* s'adresse aux élèves qui démontrent un intérêt marqué pour la physique et un haut degré d'investissement à la tâche. Pour ces élèves, le plan d'études propose des résultats d'apprentissage d'enrichissement, qui se distinguent de ceux du cours régulier *PHY 12* par un astérisque (\*). Les élèves inscrits à ce cours devraient atteindre les résultats d'apprentissage spécifiques de *Phy 12* et s'engager à atteindre ceux d'enrichissement, par l'entremise d'études indépendantes axées sur des projets appropriés. Il incombe à l'enseignant de déterminer les possibilités existantes et d'aider ces élèves, chacun selon son style d'apprentissage, à atteindre les résultats d'apprentissage ainsi que procéder à l'évaluation de l'atteinte de ces derniers. Chacun des résultats d'apprentissage du cours est désigné par une lettre suivie d'un chiffre. La lettre (S pour *STSE*, H pour *Habiletés*, P pour *Connaissances* en physique et A pour *Attitudes*) désigne le volet auquel appartient ce résultat. Le chiffre désigne son placement dans le cycle correspondant.

Par exemple :  $S_1$  désigne le premier résultat d'apprentissage du cours relatif aux STSE.  
 $P_2$  désigne le deuxième résultat d'apprentissage du cours relatif aux connaissances en physique.

## Tableau 1 : Tableau des résultats d'apprentissage du cycle (10 à 12)

Avant la fin de la douzième année, il est attendu que l'élève pourra :

STSE	Habiletés	Connaissances
		Physique
<p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p><b>S1</b> décrire et expliquer des démarches disciplinaires et interdisciplinaires utilisées pour permettre la compréhension de phénomènes naturels et le développement de solutions technologiques</p> <p><b>S2</b> distinguer les sciences de la technologie en considérant leurs buts, leurs valeurs et leurs produits respectifs, et décrire le développement des théories scientifiques et des technologies au fil du temps</p> <p><b>Interaction entre les sciences et la technologie</b></p> <p><b>S3</b> analyser et expliquer comment les sciences et la technologie interagissent et progressent ensemble</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p><b>S4</b> analyser comment des individus, la société et l'environnement sont en interdépendance avec des poursuites scientifiques et technologiques</p> <p><b>S5</b> évaluer des questions sociales relatives aux explications et aux limites des sciences et de la technologie et expliquer des décisions en termes d'avantages et d'inconvénients pour la durabilité, en considérant diverses perspectives</p>	<p><b>Identification du problème et planification</b></p> <p><b>H1</b> poser des questions au sujet de rapports observés et planifier des recherches pour traiter des questions, des idées, des problèmes et des enjeux</p> <p><b>Réalisation et enregistrement des données</b></p> <p><b>H2</b> réaliser des recherches sur des rapports entre des variables observables et utiliser un éventail d'outils et de techniques pour recueillir et enregistrer des données et de l'information</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p><b>H3</b> analyser des données et appliquer des modèles conceptuels et mathématiques pour développer et évaluer des explications possibles</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p><b>H4</b> travailler en équipe pour étudier des problèmes et appliquer les habiletés et les conventions scientifiques pour communiquer des renseignements et des idées et pour évaluer des résultats</p>	<p><b>P1</b> analyser et décrire des rapports entre la force et le mouvement</p> <p><b>P2</b> analyser des interactions au sein de systèmes à l'aide des lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement</p> <p><b>P3</b> prédire et expliquer des interactions entre des ondes et avec la matière à l'aide des propriétés des ondes</p> <p><b>P4</b> expliquer les forces fondamentales de la nature à l'aide des caractéristiques des champs gravitationnels, électriques et magnétiques</p> <p><b>P5</b> analyser et décrire différents moyens de transmission et de transformation de l'énergie</p>

## Tableau 2 : Tableau des résultats d'apprentissage relatifs aux attitudes du cycle (10 à 12)

Comme les attitudes ne se développent pas de la même façon que les habiletés et les connaissances, les énoncés de leurs résultats d'apprentissage pour ce cycle sont rédigés avec des indicateurs qui démontrent les comportements observables de l'élève. Ces comportements peuvent être considérés comme des indices démontrant le développement d'attitudes.

Appréciation des sciences	Intérêt envers les sciences
<p><b>Il est attendu qu'on encouragera l'élève à</b></p> <p><b>A1</b> valoriser le rôle et les contributions des sciences et de la technologie dans notre compréhension de phénomènes directement observables et ceux qui ne le sont pas</p> <p><b>A2</b> apprécier que l'application des sciences et de la technologie peut soulever des dilemmes éthiques</p> <p><b>A3</b> valoriser les contributions de femmes et d'hommes de diverses sociétés et cultures au développement des sciences et de la technologie</p> <p>.....</p>	<p><b>Il est attendu qu'on encouragera l'élève à</b></p> <p><b>A4</b> manifester un intérêt et une curiosité continus et plus avisés envers les sciences et des enjeux liés aux sciences</p> <p><b>A5</b> acquérir, avec intérêt et confiance, des connaissances et des habiletés scientifiques supplémentaires en faisant appel à diverses ressources et méthodes, y compris la recherche formelle</p> <p><b>A6</b> envisager des études ultérieures et des carrières liées aux sciences et à la technologie</p> <p>.....</p>
<p><i>Mise en évidence lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– considère les contextes sociaux et culturels dans lesquels une théorie a évolué</li> <li>– utilise une approche à perspectives multiples, prenant en considération des facteurs scientifiques, technologiques, économiques, culturels, politiques et environnementaux lors de l'élaboration de conclusions, la résolution de problèmes ou la prise de décisions sur des enjeux STSE</li> <li>– reconnaît l'utilité d'une compétence en mathématiques et en résolution de problèmes</li> <li>– apprécie comment la résolution de problèmes scientifiques et l'élaboration de nouvelles technologies sont liées</li> <li>– reconnaît les contributions des sciences et de la technologie aux progrès des civilisations</li> <li>– mène avec soin une recherche et discute librement de dilemmes éthiques associés à l'application des sciences et de la technologies</li> <li>– manifeste un appui au développement des technologies de l'information et des sciences en ce qui a trait aux besoins humains</li> <li>– reconnaît que les approches occidentales en sciences ne constituent pas les seules façons de voir l'Univers</li> <li>– considère les recherches de femmes et d'hommes</li> </ul>	<p><i>Mise en évidence lorsque l'élève, par exemple :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– entreprend des recherches pour répondre à ses propres questions</li> <li>– reconnaît qu'un emploi à temps partiel nécessite des connaissances et des habiletés liées aux sciences et à la technologie</li> <li>– maintient son intérêt ou poursuit des études ultérieures en sciences</li> <li>– reconnaît l'importance de créer des liens entre différentes disciplines scientifiques</li> <li>– explore et utilise diverses méthodes et ressources pour accroître ses propres connaissances et habiletés</li> <li>– s'intéresse à des sujets scientifiques et technologiques qui ne sont pas directement liés à ses études formelles</li> <li>– explore où peuvent être poursuivies des études ultérieures liées aux sciences et à la technologie</li> <li>– démontre un esprit critique et constructif en envisageant de nouvelles théories et techniques</li> <li>– utilise un vocabulaire et des principes scientifiques au cours des discussions de tous les jours</li> <li>– poursuit sans hésiter des recherches sur des enjeux STSE</li> </ul>

**Esprit scientifique****Il est attendu qu'on encouragera l'élève à**

- A7** évaluer des données avec confiance et envisager d'autres perspectives, idées et explications
- A8** utiliser de l'information factuelle et des explications rationnelles lors de l'analyse et de l'évaluation
- A9** valoriser les démarches qui permettent de tirer des conclusions

*Mise en évidence lorsque l'élève, par exemple :*

- insiste sur des données à l'appui avant d'accepter une nouvelle idée ou explication
- pose des questions et entreprend des recherches pour assurer sa compréhension
- critique des arguments fondés sur un emploi fautif, incomplet ou trompeur de chiffres
- reconnaît l'importance de revenir sur des suppositions de base à l'origine d'une piste de recherche
- consacre l'effort et le temps nécessaires pour faire des inférences valables
- évalue d'un oeil critique des inférences et des conclusions en prenant conscience des nombreuses variables qui interviennent dans l'expérimentation
- évalue d'un oeil critique son opinion sur la valeur des sciences et ses applications
- critique des arguments dans lesquels des données, des explications ou des positions prises ne reflètent pas la diversité des perspectives qui existent
- insiste que les suppositions critiques qui sous-tendent tout raisonnement soient rendues explicites afin que l'on puisse juger du bien-fondé de la position prise
- cherche de nouveaux modèles et de nouvelles explications et théories lorsque surviennent des événements divergents

**Collaboration****Il est attendu qu'on encouragera l'élève à**

- A10** travailler en collaboration en planifiant et en poursuivant des recherches et en suscitant et évaluant des idées

*Mise en évidence lorsque l'élève, par exemple :*

- travaille de son propre gré avec tout camarade de classe ou groupe de personnes, quels que soient leur âge, leur sexe ou leurs caractéristiques physiques ou culturelles
- assume divers rôles au sein d'un groupe, selon les besoins
- assume la responsabilité de toute tâche qui aide le groupe à compléter une activité
- fournit la même attention et la même énergie au produit du groupe comme s'il s'agissait d'un travail personnel
- écoute attentivement lorsque d'autres personnes prennent la parole
- est capable de mettre de côté ses opinions personnelles lors de l'évaluation de propositions faites par un groupe
- cherche le point de vue d'autrui et accepte une multitude de perspectives
- accepte la critique constructive lors du partage d'idées ou de points de vue
- critique des idées de ses pairs sans verser dans une critique personnelle
- évalue avec impartialité les idées d'autrui
- encourage l'utilisation de diverses stratégies de communication au cours du travail de groupe
- partage la responsabilité d'erreurs commises ou de difficultés rencontrées par le groupe

**Prise en charge****Il est attendu qu'on encouragera l'élève à**

- A11** avoir un sens personnel et partagé de responsabilité par rapport au maintien d'un environnement durable
- A12** voir les conséquences personnelles, sociales et environnementales d'actes proposés
- A13** désirer passer à l'action par rapport au maintien d'un environnement durable
- .....

*Mise en évidence lorsque l'élève, par exemple :*

- évalue de son propre gré l'impact de ses choix ou des choix de scientifiques lors de la réalisation d'une recherche
- assume une part de la responsabilité collective de l'impact humain sur l'environnement
- participe à des activités civiques liées à la préservation et à l'utilisation avisée de l'environnement et de ses ressources
- encourage ses pairs ou des membres de sa communauté à participer à un projet qui comporte des éléments liés à la durabilité
- envisage toutes les perspectives lors de l'étude d'enjeux scientifiques, technologiques et écologiques en pesant des facteurs
- participe aux systèmes sociaux et politiques qui influencent la réglementation environnementale dans sa communauté
- discute des effets, tant positifs que négatifs, de changements environnementaux d'origine naturelle ou humaine sur les êtres humains et la société
- encourage de son propre gré des actes qui ne sont pas nuisibles à l'environnement
- prend des décisions personnelles qui reposent sur un sentiment de responsabilité envers les groupes moins privilégiés de la communauté mondiale et envers les générations à venir
- examine d'un oeil critique les conséquences à court et à long terme de la durabilité

**Sécurité****Il est attendu qu'on encouragera l'élève à**

- A14** manifester un souci de sécurité et accepter le besoin de règles et de règlements
- A15** prendre conscience des conséquences directes ou indirectes de ses actes
- .....

*Mise en évidence lorsque l'élève, par exemple :*

- lit les étiquettes sur le matériel avant de s'en servir et interprète les symboles du SIMDUT, et consulte un document de référence lorsque les symboles de sécurité ne sont pas bien compris
- critique une procédure, une conception ou du matériel qui ne sont pas sûrs ou qui pourraient nuire à l'environnement
- considère que la sécurité est un facteur limitatif positif dans les poursuites scientifiques et technologiques
- manie prudemment le matériel en prenant connaissance des risques et des conséquences de ses actes
- inscrit dans une procédure de laboratoire des rappels de sécurité et d'élimination de déchets
- évalue l'impact à long terme de la sécurité et de l'élimination des déchets sur l'environnement et la qualité de vie d'organismes vivants
- utilise des critères de sécurité et d'élimination de déchets pour évaluer une expérience
- assume la responsabilité de la sécurité de toutes les personnes qui partagent un même milieu de travail en nettoyant à la suite d'une activité et en rangeant le matériel dans un lieu sûr
- cherche immédiatement à se procurer les premiers soins pour toute brûlure, coupure ou réaction inhabituelle
- garde son poste de travail en ordre, n'ayant que le matériel nécessaire présent

### Résultats d'apprentissage spécifiques

Les résultats d'apprentissage spécifiques concernant les STSE, les habiletés et les connaissances, sont présentés sous forme d'énoncés qui décrivent ce que l'élève pourrait savoir et être apte à faire pour chaque module de ce cours. Ils sont répartis sur les quatre modules suivants :

Module 1 Les mouvements en deux dimensions (45 heures)

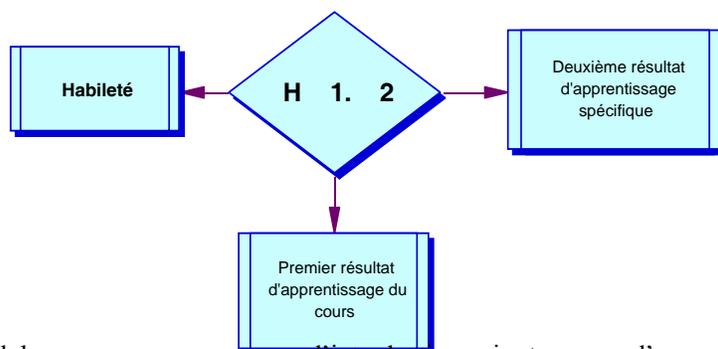
Module 2 Les champs et les interactions (35 heures)

Module 3 La physique des particules (20 heures)

Module 4 La radioactivité (10 heures)

Chaque résultat d'apprentissage spécifique est numéroté en relation avec le résultat d'apprentissage du cycle et avec celui des programmes des sciences de la nature.

Par exemple : H1.2 désigne le deuxième résultat d'apprentissage spécifique qui correspond au premier résultat d'apprentissage du cours relatif aux habiletés.

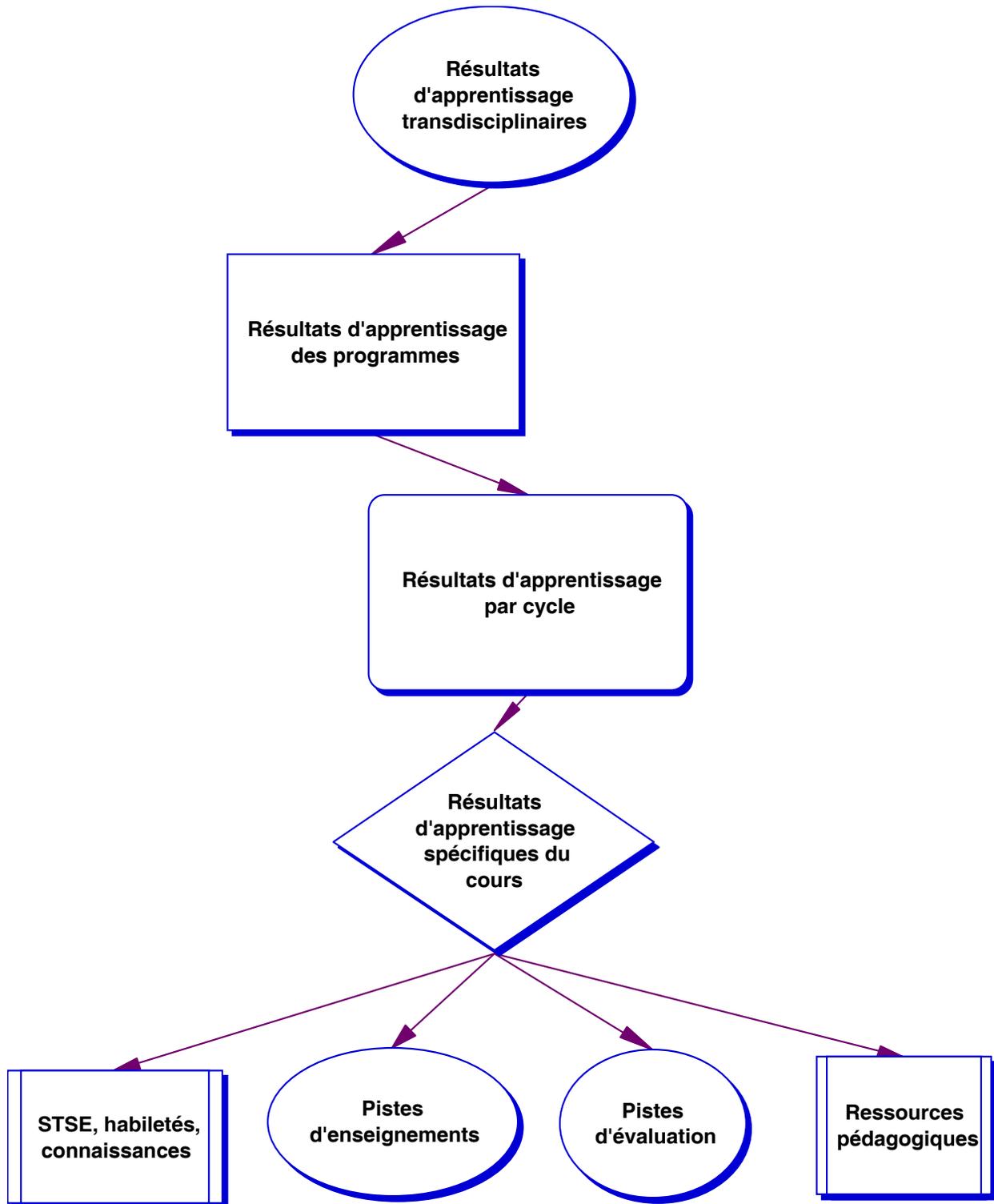


Chaque module commence par une page d'introduction qui est une vue d'ensemble où sont donnés la portée, le déroulement et le contexte du module. L'introduction est suivie de six colonnes disposées sur trois pages.

L'enseignant trouvera dans :

- la première colonne, une liste de résultats d'apprentissage spécifiques au niveau des STSE.
- la deuxième colonne, une liste de résultats d'apprentissage spécifiques au niveau des habiletés.
- la troisième colonne, une liste de résultats d'apprentissage spécifiques au niveau des connaissances.
- la quatrième colonne, des pistes d'enseignement susceptibles de faire atteindre aux élèves les résultats d'apprentissage énumérés dans les colonnes précédentes. Ces pistes visent à donner une approche globale à l'enseignement du module et n'abordent donc pas chaque résultat d'apprentissage séparément.
- la cinquième colonne, des pistes d'évaluation qui constituent un regroupement de stratégies et d'outils afin d'évaluer les apprentissages des élèves en sciences de la nature.
- la sixième colonne, des ressources pédagogiques qui pourraient le guider à aider les élèves à atteindre les résultats d'apprentissage prescrits. Une philosophie d'apprentissage basé sur les ressources ayant été adoptée pour ce cours, il est conseillé aux enseignants d'utiliser une variété de ressources appropriées pour permettre aux élèves d'atteindre ces résultats.
- les quatre premières colonnes sont disposées sur deux pages face à face.

## Organisation du cours



## LES MOUVEMENTS EN DEUX DIMENSIONS

La cinématique et la dynamique du mouvement d'un mobile dans le plan complète ce que les élèves ont déjà étudié en dixième et onzième années concernant les mouvements rectilignes uniforme et uniformément varié. En réalité, beaucoup d'objets décrivent des trajectoires paraboliques et circulaires, et l'étude de ces types de mouvement nécessite l'emploi de la notation vectorielle et les opérations sur les vecteurs afin de traiter des problèmes qui font intervenir des grandeurs comme le déplacement, la vitesse, l'accélération, la force et la quantité de mouvement.

Dans ce module, les élèves utiliseront les notions et les concepts mécaniques des cours *SCI 10 et PHY 11*. Ils les approfondissent au fur et à mesure qu'ils avancent, en mettant l'accent sur les mouvements à deux dimensions, le mouvement d'un projectile, le mouvement circulaire uniforme et le mouvement sinusoïdal d'un oscillateur harmonique simple. Au cours de ce module, les élèves auront l'occasion de mettre en application les lois du mouvement de Newton afin de résoudre des problèmes faisant intervenir un plan incliné, une poulie et plus d'un objet en mouvement. Ils analyseront des collisions élastiques et inélastiques en appliquant les lois de la conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement en deux dimensions. L'analyse du mouvement d'un projectile devrait être faite dans un contexte de résolution de problèmes concrets. Les élèves examineront des situations appropriées afin de comprendre que le mouvement circulaire uniforme est un mouvement à accélération normale. L'étude d'un oscillateur harmonique simple non amorti sera abordé en utilisant un pendule élastique afin d'introduire la loi de Hooke, le déplacement sinusoïdal, la vitesse et l'accélération. Le bilan d'échange d'énergies cinétique et potentielle élastique devrait être analysé qualitativement et quantitativement afin de permettre aux élèves de découvrir la constance de l'énergie mécanique d'un tel oscillateur. Les élèves seront amenés à comprendre les lois de Képler en les utilisant dans des activités de mécanique planétaire. Pour aller plus loin dans leur apprentissage, les élèves du cours *PHY AVA 12* devraient étudier la cinématique et la dynamique du mouvement circulaire uniformément varié.

Dans ce module, les élèves seront encouragés à développer le processus de résolution de problèmes, en les impliquant, individuellement et en équipes, dans des activités significatives et des projets concrets faisant intervenir les aspects scientifiques et technologiques de la cinématique et de la dynamique ainsi que leurs impacts sur la société et l'environnement (STSE). Ce module permettra aux élèves de consolider les habiletés scientifiques, mathématiques, sociales et technologiques qu'ils ont déjà acquises dans les classes antérieures. De l'identification des variables à contrôler et manipuler, à la sélection de la technologie pertinente à recueillir des données relatives au mouvement, au choix raisonnable de la façon de compiler ces données pour les analyser et les interpréter, les élèves devraient être encouragés à prendre des décisions éclairées, à expliquer pourquoi ils les prennent, et à communiquer oralement et par écrit les résultats de toute investigation scientifique.

STSE	Habilités
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>S2.6 distinguer des questions scientifiques des problèmes technologiques;</p> <p>S2.7 analyser pourquoi et comment une technologie particulière, ayant trait à la mécanique, a été développée et améliorée au fil du temps;</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>S3.10 analyser et décrire des exemples de technologies mécaniques (p.ex. les sacs gonflables, les systèmes de freins anti-blocage, les ceintures de sécurité) dont le développement repose sur la compréhension scientifique;</p> <p>S3.11 décrire et évaluer la conception et le fonctionnement de solutions technologiques, en utilisant des principes scientifiques;</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>S4.5 analyser l'influence de la société sur des poursuites scientifiques et technologiques ayant trait à la mécanique;</p> <p>S5.6 évaluer la conception et le fonctionnement d'une technologie mécanique en tenant compte de divers critères qu'il a déjà identifiés.</p>	<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Identification du problème et planification</b></p> <p>H1.9 identifier des questions à étudier découlant de problèmes pratiques et d'enjeux ayant trait à la mécanique;</p> <p>H1.10 concevoir une expérience sur le mouvement circulaire en identifiant et en contrôlant les variables importantes;</p> <p><b>Réalisation et enregistrement des données</b></p> <p>H2.6 réaliser des procédures, lors de l'étude de la collision de deux objets en deux dimensions, en contrôlant les variables importantes et en adaptant ou en poussant plus loin des procédures, au besoin;</p> <p>H2.7 compiler et organiser des données relatives à un oscillateur harmonique simple selon des formats ou des traitements appropriés qui facilitent l'interprétation des données;</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>H3.11 compiler et afficher des données et des renseignements, manuellement ou par ordinateur, sous divers formats, y compris des diagrammes, des organigrammes, des tableaux, des graphiques et des diagrammes de dispersion;</p> <p>H3.12 construire et mettre à l'essai un prototype d'un dispositif ou d'un système mécanique et traiter des problèmes au fur et à mesure qu'ils surviennent;</p> <p>H3.13 évaluer un dispositif mécanique conceptualisé et fabriqué par lui-même en fonction de critères développés personnellement;</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p>H4.7 choisir et utiliser des modes de représentation numérique, symbolique, graphique et linguistique appropriés pour communiquer des idées, des plans et des résultats;</p> <p>H4.8 identifier plusieurs perspectives qui influent sur une décision ou une question liée à la mécanique d'un système.</p>

Connaissances	Pistes d'enseignement
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p>P1.13 utiliser des vecteurs pour représenter la force, le vecteur vitesse et le vecteur accélération dans un contexte de résolution de problèmes faisant intervenir le mouvement relatif de systèmes mécaniques;</p> <p>P1.14 utiliser l'analyse vectorielle en deux dimensions afin de résoudre des problèmes faisant intervenir des systèmes mécaniques en équilibre;</p> <p>P1.15 utiliser l'analyse vectorielle et les lois du mouvement de Newton en deux dimensions afin de résoudre des problèmes faisant intervenir des systèmes mécaniques comprenant au moins deux objets en mouvement, une poulie et un plan incliné;</p> <p>P1.16 énoncer la relation entre la variation d'énergie cinétique et le travail des forces extérieures ainsi que celle entre la variation d'énergie potentielle et le travail des forces intérieures d'un système mécanique simple;</p> <p>P1.17 analyser quantitativement les mouvements horizontal et vertical d'un projectile et déterminer les équations de sa trajectoire, de sa flèche et de sa portée horizontale;</p> <p>P2.11 utiliser la loi de la conservation de l'énergie afin de résoudre des problèmes de mouvement des systèmes mécaniques comprenant une poulie et un plan incliné;</p> <p>P2.12 appliquer quantitativement la loi de la conservation de la quantité de mouvement aux collisions à une et deux dimensions et aux explosions;</p> <p>P2.13 déterminer laquelle des lois de la conservation de l'énergie ou de la quantité de mouvement est plus appropriée à la résolution d'un problème pratique faisant intervenir des collisions élastiques et inélastiques.</p>	<p>Après avoir étudié en onzième année la cinématique et la dynamique en une dimension à l'aide des vecteurs, les élèves devraient étendre cette étude aux mouvements en deux dimensions. Ils devraient analyser des systèmes mécaniques en utilisant des diagrammes vectoriels, les lois du mouvement de Newton et la loi de la conservation de l'énergie et celle de la quantité de mouvement.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réviser avec les élèves les vecteurs et les formules de la cinématique d'un mouvement rectiligne uniforme et d'un mouvement rectiligne uniformément varié.</li> <li>• Réunir les élèves en petites équipes. Leur confier la tâche de résoudre des problèmes qui font intervenir des systèmes mécaniques en équilibre ou en mouvement et qui font appel à des diagrammes vectoriels et aux lois du mouvement de Newton. Leur demander ensuite de présenter à la classe la démarche suivie pour trouver les valeurs des grandeurs inconnues.</li> <li>• Amener les élèves à comprendre que le mouvement d'un projectile est la résultante d'un mouvement horizontal uniforme et d'un mouvement vertical uniformément varié. Leur demander ensuite d'élaborer les équations de ces deux mouvements et d'en déduire l'équation cartésienne de la trajectoire, les composantes et la grandeur de son vecteur vitesse, la formule de la hauteur maximale et celle de la portée horizontale.</li> <li>• Demander aux élèves de concevoir et réaliser une expérience de laboratoire afin de recueillir des données sur la relation entre l'énergie potentielle gravitationnelle d'un objet et le travail effectué sur cet objet. Ils devraient ensuite analyser et interpréter ces données. Leur demander de rédiger un rapport de laboratoire incluant le protocole de l'expérience, le matériel, la démarche, le traitement des données et la conclusion.</li> <li>• Réunir les élèves en équipes de deux. Leur confier la tâche de travailler sur des activités de résolution de problèmes, ou de réaliser des simulations à l'aide des logiciels interactifs de physique, qui font intervenir les collisions élastiques et inélastiques de deux objets. Ils devraient rédiger un compte rendu incluant la démarche suivie pour résoudre chaque problème.</li> </ul>

Pistes d'évaluation	Ressources pédagogiques
<p>Les élèves manifestent leurs connaissances de la cinématique et de la dynamique des mouvements en deux dimensions en illustrant des situations mécaniques à l'aide des diagrammes vectoriels. Ils peuvent ensuite les traduire en équations vectorielles et algébriques leur permettant de résoudre des problèmes qui font intervenir des forces agissant sur un objet en mouvement ou en équilibre. Ils devraient montrer qu'ils comprennent les transformations d'énergie en utilisant les relations entre le travail, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendant que les élèves résolvent des problèmes de mécanique qui font intervenir des forces, observer s'ils développent leurs habiletés à : <ul style="list-style-type: none"> <li>– identifier toutes les forces appliquées au système;</li> <li>– dessiner correctement les diagrammes vectoriels des forces;</li> <li>– traduire ces diagrammes en équations mathématiques;</li> <li>– appliquer correctement les lois de la dynamique de Newton;</li> <li>– calculer correctement leurs grandeurs inconnues.</li> </ul> </li> <li>• Confier aux élèves la tâche de résoudre des problèmes qui font intervenir le mouvement d'un projectile. Les interroger afin de s'assurer qu'ils savent : <ul style="list-style-type: none"> <li>– écrire correctement les équations des deux composantes du mouvement;</li> <li>– établir l'équation de la trajectoire;</li> <li>– expliquer pourquoi la composante horizontale du vecteur vitesse reste constante;</li> <li>– expliquer clairement comment varie la portée horizontale en fonction de l'angle de tir.</li> </ul> </li> <li>• Demander aux élèves d'expliquer dans leur journal de bord, à l'aide des exemples : <ul style="list-style-type: none"> <li>– la différence entre l'énergie potentielle et l'énergie cinétique;</li> <li>– la loi de la conservation de l'énergie;</li> <li>– la relation entre la variation de l'énergie cinétique et le travail effectué sur un objet;</li> <li>– la relation entre la variation de l'énergie potentielle et le travail effectué par un objet.</li> </ul> </li> <li>• Demander aux élèves de se réunir en groupes de deux pour comparer les modèles de collisions qu'ils ont conçus sur ordinateur afin d'identifier : <ul style="list-style-type: none"> <li>– leurs forces et leurs limites;</li> <li>– les problèmes survenus;</li> <li>– les améliorations à apporter si nécessaire.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Imprimé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Physique 12</i></li> <li>• <i>Principes fondamentaux de la physique, un cours avancé</i></li> </ul> <p><b>Vidéo</b></p> <p><b>Logiciel</b></p>

Connaissances	Pistes d'enseignement
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p>(Suite)</p> <p>P1.18 décrire et étudier la cinématique du mouvement circulaire uniforme à l'aide d'analyses algébriques et vectorielles;</p> <p>P1.19 expliquer quantitativement la dynamique du mouvement circulaire en utilisant les lois de Newton;</p> <p>P1.20 expliquer qualitativement la première et la deuxième lois de Kepler et utiliser sa troisième loi afin de résoudre des problèmes de mécanique planétaire;</p> <p>P1.21 expliquer qualitativement et quantitativement les équations du déplacement, de la vitesse et de l'accélération d'un oscillateur harmonique simple;</p> <p>P2.14 expliquer quantitativement les énergies potentielle et cinétique de la masse en mouvement d'un oscillateur harmonique simple et analyser le rapport entre ces deux énergies;</p> <p>*P2.15 élaborer l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique simple et l'utiliser afin de résoudre des problèmes;</p> <p>*P1.22 analyser qualitativement et quantitativement des systèmes mécaniques complexes.</p>	<p>Les élèves devraient continuer à explorer les mouvements en deux dimensions en étudiant le mouvement circulaire uniforme. Ils devraient effectuer des activités leur permettant d'analyser des renseignements relatifs à des objets variés animés d'un mouvement circulaire uniforme. De plus, ils devraient analyser le mouvement d'un oscillateur harmonique simple en utilisant le système mécanique ressort+masse dans un contexte de résolution de problèmes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amener les élèves à trouver les relations entre les grandeurs cinématiques curvilignes et angulaires relatives à un mouvement circulaire uniforme. Attirer leur attention au fait que la variation de la direction du vecteur vitesse crée l'accélération centripète qui est un vecteur dirigé toujours vers le centre de la trajectoire.</li> <li>• Réunir les élèves en petites équipes. Leur confier la tâche d'effectuer des expériences sur le mouvement circulaire uniforme afin de comprendre la notion de la force centripète.</li> <li>• Demander aux élèves de faire une recherche sur les lois de Kepler par voie électronique et de présenter à la classe les résultats de leurs recherches.</li> <li>• Amener les élèves à comprendre les équations cinématiques d'un oscillateur harmonique simple à l'aide d'un système ressort+masse. Attirer leur attention au fait que ce type de mouvement est dû à une force de rappel de la forme <math>F = -kx</math>.</li> <li>• Demander aux élèves de concevoir et effectuer une expérience de laboratoire permettant d'étudier les transformations d'énergie dans un système ressort+masse+Terre. Leur demander ensuite de rédiger un compte rendu de cette expérience.</li> <li>• Réunir les élèves, qui voudraient aller plus loin dans leurs apprentissages, en équipes de deux. Leur confier la tâche de résoudre des problèmes comprenant un plan incliné, une poulie et un oscillateur harmonique simple. Les élèves devraient rédiger un compte rendu de la solution détaillée de chaque problème.</li> </ul>

Pistes d'évaluation	Ressources pédagogiques
<p>Plusieurs stratégies d'évaluation permettent d'évaluer les habiletés des élèves à utiliser les concepts de la force et de l'accélération centripètes dans un contexte de résolution de problèmes variés qui font intervenir des mouvements circulaires. Les élèves devraient montrer qu'ils comprennent les éléments cinématiques et dynamiques du mouvement d'un oscillateur harmonique ainsi que les transformations d'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confier aux élèves la tâche d'analyser des situations qui font intervenir des mouvements circulaires telles que le mouvement d'une voiture dans un virage incliné. Pour vérifier leur niveau de compréhension, vérifier s'ils peuvent : <ul style="list-style-type: none"> <li>– dessiner correctement un diagramme de forces;</li> <li>– prouver l'existence d'une force centripète;</li> <li>– trouver la relation entre l'angle d'inclinaison du virage et la vitesse limite maximale.</li> </ul> </li> <li>• Pendant que les élèves résolvent des problèmes qui font appel à la troisième loi de Kepler, s'assurer qu'ils calculent correctement le rayon de la trajectoire d'une planète à partir de sa période de révolution et vice versa.</li> <li>• Avant d'entreprendre une étude détaillée du mouvement d'un oscillateur harmonique simple, demander aux élèves d'établir une liste des facteurs qu'ils pensent indispensables à la description du mouvement d'un objet ponctuel de masse <math>m</math> suspendu à l'extrémité libre d'un ressort de constante de raideur <math>K</math>.</li> <li>• Inviter des élèves à expliquer à leurs camarades, la période d'un oscillateur harmonique simple et la variation de cette période en fonction de la masse et de la constante de raideur.</li> <li>• Demander aux élèves de décrire dans leur journal de bord les variations d'énergie potentielle et cinétique d'un oscillateur harmonique aux points extrêmes et au centre de la trajectoire.</li> <li>• Demander aux élèves de compiler un portfolio de ce module incluant une lettre de présentation et leurs activités préférées dans les domaines suivants : l'étude dynamique d'un système comprenant une poulie et un plan incliné, sur l'étude statique d'un objet en équilibre soumis à des forces, sur le mouvement d'un projectile, sur le mouvement circulaire uniforme et sur l'oscillateur harmonique simple. Inviter-les à des rencontres afin de vérifier le contenu de leurs portfolios.</li> </ul>	<p><b>Imprimé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Physique 12</i></li> <li>• <i>Principes fondamentaux de la physique, un cours avancé</i></li> </ul> <p><b>Vidéo</b></p> <p><b>Logiciel</b></p>

## LES CHAMPS ET LES INTERACTIONS

Nos connaissances du monde réel sont basées sur des lois scientifiques élaborées par des jalons comme Newton, Coulomb, Laplace et Oersted. Les interactions gravitationnelles, électrostatiques, magnétiques et électromagnétiques ont été expliquées, analysées et interprétées en utilisant la théorie des champs. Cette théorie a contribué d'une façon directe à développer beaucoup de concepts scientifiques tels que la force et l'énergie et à concevoir plusieurs dispositifs technologiques qui rendent d'innombrables services à la société et à l'environnement. C'est grâce à cette théorie que les scientifiques peuvent prédire des événements, analyser des résultats de recherches et prendre des décisions informées.

Dans ce module, les élèves étudieront les champs gravitationnel, électrique et magnétique. Ils découvriront, par l'entremise d'activités variées, les aspects vectoriels de ces champs et des interactions qui en résultent. Ils feront des calculs qui portent sur les forces générées par ces champs. Ils prolongeront l'étude du mouvement circulaire des satellites en utilisant le champ de la gravitation terrestre. Ils reverront, d'une façon approfondie, les lois d'Ohm vues en neuvième année afin de résoudre des problèmes faisant intervenir des circuits électriques simples et complexes, en utilisant les lois de Kirchhoff. Ils feront le lien entre le courant électrique et le champ magnétique en analysant des courants rectilignes et circulaires. Ils devraient aborder la notion du flux magnétique créé par un champ magnétique à travers une surface et expliquer le phénomène de l'induction magnétique afin de comprendre comment générer un courant alternatif. Les élèves du cours *PHY AVA 12* devraient aller plus loin dans leurs apprentissages en étudiant quantitativement la création d'un champ électrique par une distribution de charges ponctuelles, en analysant le mouvement d'une particule chargée placée dans un champ uniforme et en mettant en application leurs connaissances et habiletés mathématiques afin d'analyser le fonctionnement d'un oscilloscope et d'un spectrographe de masse.

Au cours de ce module, les élèves pourraient consolider des habiletés scientifiques, mathématiques, sociales et technologiques acquises dans les classes antérieures. En travaillant en équipes, ils auront des occasions de concevoir et de réaliser des activités expérimentales et de documentaires afin de comprendre les concepts théoriques abordés. Ils devraient être encouragés à résoudre des problèmes et à prendre des risques afin d'apprendre comment apprendre et être autonomes. Ils devraient être amenés à prendre des décisions éclairées dans un contexte STSE afin de développer un esprit critique envers toutes les forces physiques qui contrôlent notre univers.

STSE	Habilités
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>S1.5 expliquer le rôle que jouent les données, les théories et les paradigmes dans l'élaboration de la loi de l'attraction universelle;</p> <p>S1.6 décrire l'importance de la revue par des pairs dans le développement des connaissances scientifiques relatives aux champs gravitationnel, électrique et magnétique;</p> <p>S2.8 expliquer comment un grand jalon scientifique a transformé la pensée dans les milieux scientifiques;</p> <p>S2.9 décrire le développement historique d'une technologie électrique;</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>S3.12 décrire le fonctionnement des technologies électriques, domestiques et industrielles, en utilisant des principes scientifiques;</p> <p>S3.13 analyser des systèmes naturels et technologiques pour interpréter et expliquer leur structure et leur dynamique électrique;</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>S4.6 analyser des connaissances et des habiletés acquises dans son étude de l'électromagnétisme afin d'identifier des domaines d'études ultérieures liées à l'électricité et à la technologie correspondante;</p> <p>S5.7 établir des arguments pour appuyer une décision ou un jugement, en faisant appel à des données et des exemples ayant trait à l'électricité, et en reconnaissant diverses perspectives.</p>	<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Identification du problème et planification</b></p> <p>H1.11 définir et délimiter des problèmes facilitant la réalisation de recherches;</p> <p>H1.12 concevoir une expérience sur les circuits électriques pour identifier des variables spécifiques;</p> <p><b>Réalisation et enregistrement des données</b></p> <p>H2.8 réaliser des procédures en électromagnétisme en contrôlant les variables importantes et en adaptant ou en poussant plus loin des procédures, au besoin;</p> <p>H2.9 utiliser efficacement et avec exactitude des instruments pour la collecte des données au cours d'expériences sur le champ magnétique;</p> <p>H2.10 estimer des quantités;</p> <p>H2.11 sélectionner et intégrer des renseignements de diverses sources imprimées ou électroniques ou des renseignements de différentes parties d'une même source;</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>H3.14 interpréter des régularités et des tendances dans les données et inférer ou calculer des rapports linéaires et non linéaires entre des variables électriques;</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p>H4.9 communiquer des questions, des idées et des intentions, recevoir, interpréter, comprendre et soutenir les idées d'autrui, ainsi qu'y répondre;</p> <p>H4.10 faire la synthèse des renseignements provenant de différentes sources ou de textes complexes et longs, et en tirer des inférences.</p>

Connaissances	Pistes d'enseignement
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p>P4.1 décrire des champs gravitationnel, électrique et magnétique comme étant des régions d'espace qui affectent la masse et la charge;</p> <p>P4.2 décrire des champs gravitationnel, électrique, et magnétique en illustrant la source et la direction des lignes de force;</p> <p>P4.3 décrire des champs électriques en termes de charges semblables et opposées et des champs magnétiques en termes de pôles;</p> <p>P4.4 énoncer la loi de Newton relative à la gravitation universelle et l'utiliser afin de résoudre des problèmes de mouvement circulaire des satellites;</p> <p>P4.5 énoncer la loi de Coulomb et l'utiliser afin de décrire la force électrique nette produite sur une charge ponctuelle par deux charges ponctuelles;</p> <p>P4.6 décrire quantitativement le champ électrique net créé en un point d'une droite sur laquelle se trouvent deux charges ponctuelles;</p> <p>*P4.7 décrire quantitativement le champ électrique net créé en un point par une distribution de charges ponctuelles;</p> <p>P4.8 utiliser le concept du potentiel électrique afin de déterminer la variation d'énergie potentielle électrique et de calculer le travail requis pour déplacer une charge ponctuelle dans un champ électrique.</p>	<p>Les élèves devraient être amenés à rattacher la gravitation universelle au mouvement circulaire pour mieux comprendre le mouvement des objets. Ils devraient s'initier à la théorie des champs et au concept des forces d'interaction entre les masses gravitationnelles, les charges électriques et les pôles magnétiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amener les élèves à découvrir le concept du champ en leur expliquant qu'il est la force créée par une masse ou une charge sur la masse unitaire ou la charge unitaire. Amener-les à identifier la source du vecteur champ, sa direction et son sens. Attirer leur attention sur le fait qu'ils peuvent déterminer son intensité en utilisant sur le fait les formules de Newton et de Coulomb.</li> <li>• Expliquer aux élèves le caractère vectoriel de la loi de Newton. Leur confier ensuite la tâche de se procurer des données sur les orbites des satellites artificiels lancés dans l'espace afin d'analyser le mouvement d'un satellite géostationnaire. Ils devraient présenter à la classe sur affiche leurs résultats sur le mouvement d'un tel satellite.</li> <li>• Montrer aux élèves comment utiliser la loi de Coulomb afin de déterminer la force électrique nette produite par deux charges ponctuelles sur une troisième charge ponctuelle. Leur demander ensuite de se réunir en petites équipes et de résoudre des problèmes faisant intervenir la force électrostatique, les charges, la distance entre les charges ponctuelles et la constante de Coulomb. Ils devraient rédiger un compte rendu afin de présenter la démarche suivie pour résoudre chaque problème.</li> <li>• Confier aux élèves, qui voudraient aller plus loin dans leurs apprentissages, la tâche de résoudre des problèmes faisant intervenir la détermination du champ électrique net créé par des distributions de charges ponctuelles telles que : <ul style="list-style-type: none"> <li>– trois charges placées aux sommets d'un triangle;</li> <li>– quatre charges placées aux sommets d'un carré ou d'un rectangle.</li> </ul> Ils devraient rédiger un compte rendu incluant toutes les explications nécessaires.</li> <li>• Demander aux élèves de faire une recherche sur le potentiel électrique créé par une charge et d'élaborer la formule <math>\Delta E = q \Delta V</math>. Leur demander ensuite de résoudre des problèmes relatifs à une charge, en utilisant la loi de la conservation de l'énergie.</li> </ul>

Pistes d'évaluation	Ressources pédagogiques
<p>Les élèves montrent qu'ils comprennent la gravitation universelle, les forces et les champs électriques en résolvant des problèmes faisant intervenir les lois de Newton et de Coulomb. Ils devraient être capables d'utiliser la terminologie appropriée et les outils mathématiques nécessaires pour analyser des systèmes des charges électriques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendant que les élèves explorent le concept d'un champ gravitationnel, électrique ou magnétique, vérifier s'ils peuvent : <ul style="list-style-type: none"> <li>– identifier le champ comme étant la région de l'espace entourant une masse, une charge ou un pôle où apparaissent des forces;</li> <li>– identifier ses éléments vectoriels (points d'application, direction, sens et intensité);</li> <li>– utiliser correctement les unités appropriées afin d'exprimer son intensité.</li> </ul> </li> <li>• pendant que les élèves travaillent à la résolution des problèmes relatifs au mouvement d'un satellite, interroger-les afin de s'assurer qu'ils : <ul style="list-style-type: none"> <li>– identifient les conditions pour qu'un satellite soit géostationnaire;</li> <li>– déterminent correctement sa période de révolution et son altitude.</li> </ul> </li> <li>• Pour vérifier leur compréhension des phénomènes magnétiques, demander aux élèves d'effectuer une recherche pour expliquer les causes et les effets des aurores boréales ou la supraconductivité et ses applications.</li> <li>• Confier aux élèves la tâche de résoudre, en utilisant la loi de Coulomb, un problème faisant intervenir la force électrique nette produite par deux charges ponctuelles sur une troisième charge ponctuelle. Leur demander ensuite de se réunir en équipes de deux pour discuter de leurs solutions afin d'identifier les points forts et les points faibles et d'apporter des corrections si nécessaire.</li> <li>• Demander aux élèves d'écrire dans leur journal de bord les définitions des termes suivants : <i>champ gravitationnel, force gravitationnelle, champ électrique, force électrique, ligne de force ou de champ, potentiel électrique et énergie potentielle électrique.</i></li> </ul>	<p><b>Imprimé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Physique 12</i></li> <li>• <i>Principes fondamentaux de la physique un cours avancé</i></li> </ul> <p><b>Vidéo</b></p> <p><b>Logiciel</b></p>

Connaissances	Pistes d'enseignement
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra:</b></p> <p>(Suite)</p> <p>P4.9 utiliser les lois d'Ohm pour résoudre des problèmes faisant intervenir des circuits en série, en parallèle et des circuits en séries parallèles;</p> <p>P4.10 utiliser les lois de Kirchhoff pour résoudre des problèmes faisant intervenir des circuits en série, en parallèle et des circuits en séries parallèles;</p> <p>P4.11 analyser qualitativement et quantitativement les forces qui agissent sur une charge en mouvement et sur un courant électrique dans un champ magnétique uniforme;</p> <p>P4.12 analyser qualitativement et quantitativement le champ magnétique produit par un courant dans un long conducteur rectiligne et dans un solénoïde;</p> <p>P4.13 analyser qualitativement et quantitativement l'induction électromagnétique produite par un flux magnétique changeant et par un conducteur en mouvement;</p> <p>P4.14 décrire et comparer le courant continu et le courant alternatif;</p> <p>*P4.15 analyser qualitativement et quantitativement le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</p>	<p>En neuvième année, les élèves ont été déjà initiés au courant électrique, au concept de la résistance et à la loi d'Ohm <math>V = IR</math>. En douzième année, ils devraient analyser les propriétés électrocinétiques du courant continu à l'aide des lois d'Ohm et des lois de Kirchhoff. Ils examineront aussi les interactions de ce courant avec le champ magnétique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réunir les élèves en équipes de deux. Leur confier la tâche de recueillir, à l'aide d'un logiciel, des données relatives à des circuits variés à courant continu. Leur demander ensuite d'analyser et d'interpréter ces données.</li> <li>• Demander aux élève d'effectuer une expérience de laboratoire pour vérifier quantitativement les lois de Kirchhoff (loi des tensions et loi des courants). Ensuite, ils devraient rédiger un rapport écrit.</li> <li>• Demander aux élèves d'utiliser des petites boussoles ou de la limaille de fer pour découvrir les propriétés des champs magnétiques créés par un aimant, un courant rectiligne et un solénoïde.</li> <li>• Amener les élèves, par l'entremise d'activités variées, à découvrir et utiliser dans un contexte de résolution de problèmes, les formules de la force électromagnétique créée par un champ magnétique sur un courant rectiligne <math>F = BIl \sin \theta</math> et de la force s'exerçant sur une charge électrique en mouvement dans un magnétique uniforme <math>F = Bqv \sin \theta</math>.</li> <li>• Expliquer aux élèves le flux magnétique. Amener-les à comprendre la loi de Faraday et celle de Lenz. Les réunir en équipes de deux et leur demander d'analyser des situations faisant intervenir la variation du flux magnétique, la f.é.m. induite et le courant induit.</li> <li>• Confier aux élèves la tâche de faire une recherche sur le principe et les applications du moteur électrique et de préparer un rapport écrit présentant les résultats de leurs recherches.</li> <li>• Demander aux élèves, qui voudraient aller plus loin dans leurs apprentissages, de résoudre des problèmes impliquant le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme. Ils devraient traiter le cas d'une particule qui pénètre parallèlement au champ et le cas d'une particule qui pénètre perpendiculairement au champ.</li> </ul>

Pistes d'évaluation	Ressources pédagogiques
<p>Les élèves manifestent leur compréhension des lois d'Ohm et de Kirchhoff en analysant des circuits électriques dans le but de déterminer les tensions et les courants inconnus. Ils devraient montrer qu'ils comprennent les notions d'électromagnétisme en analysant des phénomènes magnétiques et en utilisant des diagrammes pour illustrer des champs magnétiques, des charges en mouvement et des forces.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pendant que les élèves analysent des circuits à courant continu, vérifier s'ils peuvent : <ul style="list-style-type: none"> <li>– interpréter les schémas des circuits;</li> <li>– placer les instruments de mesure aux endroits appropriés;</li> <li>– identifier les noeuds et les mailles et écrire correctement les équations traduisant les lois correspondantes;</li> <li>– effectuer correctement les calculs.</li> </ul> </li> <li>• Demander aux élèves de résoudre un problème relatif à un fil conducteur ou à un solénoïde parcouru par un courant. S'assurer qu'ils savent déterminer tous les éléments du vecteur champ magnétique créé et vérifier s'ils utilisent adéquatement les unités <i>ampère</i> (A) et <i>tesla</i> (T).</li> <li>• Réunir les élèves en équipes de deux. Leur demander de discuter des règles permettant de déterminer le sens et la direction du champ magnétique créé par courant, de la force électromagnétique et du courant induit. Circuler parmi eux afin de s'assurer qu'ils utilisent la terminologie appropriée.</li> <li>• Pour vérifier leur compréhension du flux magnétique, demander aux élèves d'identifier les facteurs qui influencent ce flux à travers une spire circulaire et les effets de leurs variations. Les facteurs sont : l'intensité du champ magnétique, l'aire de la spire et son orientation définie par l'angle que fait la normale à son plan avec la direction du champ magnétique (<math>\phi = BA \cos \theta</math>). S'assurer qu'ils savent utiliser les unités appropriées surtout celle du flux, le <i>weber</i> (Wb).</li> <li>• Demander aux élèves de dresser dans leur journal de bord une liste des concepts et des notions étudiés dans ce module.</li> <li>• Demander aux élèves de compiler un portfolio de ce module incluant une lettre de présentation et leurs activités préférées. Évaluer leurs portfolios selon des critères préalablement établis en collaboration avec eux.</li> </ul>	<p><b>Imprimé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Physique 12</i></li> <li>• <i>Principes fondamentaux de la physique un cours avancé</i></li> </ul> <p><b>Vidéo</b></p> <p><b>Logiciel</b></p>

## LA PHYSIQUE DES PARTICULES

La route fut longue pour acquérir les informations que nous possédons sur l'atome. Avec la connaissance du nombre d'Avogadro, puis l'aide de la diffraction des rayons X par les cristaux (Van Laue, 1912), grâce enfin à l'apport de diverses spectroscopies, on eut, dans le premier quart du vingtième siècle, une idée assez précise des dimensions de l'atome. Les travaux de Planck (la théorie des quanta, 1901), d'Einstein (1905), d'Ernest Rutherford (1911), de Neils Bohr (1912), de Franck et Hertz (1914), de Louis de Broglie (1925) et de Schrödinger nous permettent de comprendre de façon satisfaisante des phénomènes liés à l'atome et aux ondes.

Dans ce module, les élèves exploreront de nouveaux aspects de la physique que les lois de Newton n'avaient pas prévus. Ils étudieront l'effet photoélectrique afin de comprendre la dualité onde-corpuscule. Ils feront le lien entre l'aspect ondulatoire et l'aspect corpusculaire de la lumière et de toute onde électromagnétique. Ils analyseront quantitativement ces aspects en utilisant l'équation photoélectrique d'Einstein. Avec l'effet Compton, ils s'initieront à la formule de la quantité de mouvement d'un photon ( $p = h/\lambda$ ). Ils étudieront le modèle atomique de Bohr comme étant la synthèse des concepts classiques et quantiques. Ils expliqueront quantitativement l'énergie du photon produit ou absorbé mise en jeu lors d'une transition électronique, en utilisant la formule  $E_n - E_p = h \cdot f_{np}$ . Pour aller plus loin dans leurs apprentissages, les élèves du cours *PHYAVA 12* devraient analyser les niveaux d'énergie ( $E_n = -E_0/n^2$ , où  $n$  est le nombre quantique principal) de l'atome d'hydrogène en expliquant l'état fondamental, l'état excité et le diagramme énergétique correspondant. Ils seront amenés, par l'entremise d'activités, à interpréter le spectre de cet atome et à classer les raies dans la série de Lyman ou de Balmer selon les transitions possibles.

Dans un contexte STSE, les élèves auront l'occasion de travailler en équipes afin de comprendre les notions et les concepts relatifs à la physique moderne. Ils devraient développer la terminologie appropriée afin de pouvoir communiquer correctement leurs idées, les résultats de problèmes qu'ils résoudreont et les conclusions de décisions qu'ils prendront.

STSE	Habiletés
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>S1.7 comparer des démarches scientifiques avec des démarches technologiques en décrivant la production des rayons X;</p> <p>S2.10 expliquer comment la théorie quantique de Planck a transformé la pensée dans les milieux scientifiques;</p> <p>S2.11 expliquer comment des connaissances scientifiques en physique quantique évoluent à la lumière de nouvelles données alors que des lois et des théories sont subséquemment restreintes, révisées ou remplacées;</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>S3.14 analyser et décrire des exemples de technologies, telles que le microscope électronique, dont le développement repose sur la compréhension scientifique;</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>S4.7 donner des exemples, liés à l'utilisation de radiations dans diverses technologies médicales, qui illustrent comment les sciences et la technologie sont une partie intégrante de sa vie et de sa communauté.</p>	<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Identification du problème et planification</b></p> <p>H1.13 énoncer une prédiction ou une hypothèse basée sur des données disponibles et des renseignements de fond;</p> <p>H1.14 identifier la base théorique sur laquelle une recherche est fondée en physique quantique et mettre au point une prédiction ou une hypothèse qui concorde avec la base théorique;</p> <p><b>Réalisation et enregistrement des données</b></p> <p>H2.12 mener des recherches à la bibliothèque ou à l'aide d'outils électroniques afin de recueillir des renseignements sur l'effet photoélectrique;</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>H3.15 appliquer et évaluer d'autres modèles théoriques, tels que les modèles ondulatoire et corpusculaire de la lumière, pour interpréter des connaissances dans un domaine donné;</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p>H4.11 évaluer les procédures utilisées par des individus et des groupes dans la planification, la résolution de problèmes, la prise de décisions et l'accomplissement d'une tâche;</p> <p>H4.12 communiquer, en tant que membre d'une équipe, les résultats obtenus en résolvant, des problèmes qui font intervenir la constante de Planck et les caractéristiques du photon.</p>

Connaissances	Pistes d'enseignement
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p>P3.12 décrire comment le concept de l'énergie quantique explique le rayonnement d'un corps noir et l'effet photoélectrique;</p> <p>P3.13 expliquer qualitativement et quantitativement l'effet photoélectrique;</p> <p>P3.14 résumer les données à l'appui des modèles ondulatoire et corpusculaire de la lumière;</p> <p>P5.1 expliquer quantitativement l'effet Compton et l'hypothèse de de Broglie, en utilisant les lois de la mécanique, la conservation de la quantité de mouvement et la nature de la lumière;</p> <p>P5.2 expliquer quantitativement le modèle atomique de Bohr comme étant une synthèse des concepts classiques et quantiques;</p> <p>P5.3 expliquer le rapport entre les niveaux d'énergie du modèle de Bohr, la différence d'énergie entre les niveaux et l'énergie des photons émis;</p> <p>*P5.4 expliquer, à l'aide de la formule de Balmer, quantitativement les longueurs d'onde de toutes les raies spectrales de l'atome d'hydrogène;</p> <p>*P5.5 expliquer le modèle mécano-quantique de l'atome d'hydrogène.</p>	<p>Les élèves s'initient aux concepts de la physique des particules en examinant les modèles ondulatoires et corpusculaires de la lumière, en expliquant la dualité onde-corpuscule et les interactions photon-électron à l'aide d'exemples simples et en utilisant l'hypothèse de Planck-Einstein, le modèle de Bohr et le modèle de la mécanique quantique.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réunir les élèves en petites équipes. Leur demander de faire une recherche sur la théorie quantique de la lumière et les rôles des scientifiques qui ont contribué à la découverte et à l'explication de l'effet photoélectrique. Ils devraient rédiger un compte rendu incluant une explication de l'interaction photon-électron, la formule <math>E = hf</math>, la fréquence de seuil, le potentiel d'arrêt, le travail d'extraction et l'équation d'Einstein.</li> <li>• Amener les élèves à comprendre que la quantité de mouvement d'un photon est donnée par la formule <math>p = h/\lambda</math>. Leur demander ensuite de travailler une activité sur l'effet Compton leur permettant de confirmer l'aspect corpusculaire de la lumière.</li> <li>• Expliquer aux élèves les spectres d'émission et d'absorption au niveau atomique en utilisant l'hypothèse de Planck-Einstein (<math>E = hc/\lambda</math>).</li> </ul> <p>Amener-les à comprendre que la transition descendante des niveaux d'énergie laisse émettre un photon qui lui correspond une raie de longueur d'onde <math>\lambda = hc/(E_i - E_f)</math>. Leur demander ensuite d'analyser la transition ascendante des niveaux d'énergie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Confier aux élèves la tâche de résoudre des problèmes faisant intervenir la constante de Planck <math>h</math>, la vitesse de la lumière <math>c</math>, la fréquence <math>f</math>, la longueur d'onde <math>\lambda</math>, l'énergie <math>E</math> et les transitions descendante et ascendante des niveaux d'énergie. Inviter des élèves à présenter à la classe la démarche suivie dans la résolution de chaque problème.</li> <li>• Demander aux élèves, qui voudraient aller plus loin dans leurs apprentissages, de faire une recherche sur les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène pour découvrir que les longueurs d'onde de toutes les raies possibles de son spectre sont données par la formule de Balmer. Ils devraient présenter à l'écrit le calcul détaillé de l'énergie de cet atome depuis son état fondamental jusqu'à son état d'ionisation.</li> </ul>

Pistes d'évaluation	Ressources pédagogiques
<p>Les élèves montrent qu'ils comprennent les interactions photon-électron en expliquant l'effet photoélectrique à l'aide de l'équation d'Einstein et en utilisant les termes appropriés. Ils devraient montrer qu'ils savent utiliser l'électronvolt et ses multiples (keV et MeV) comme unité de l'énergie et convertir cette unité en joules et vice versa. Des activités simples sur les modèles ondulatoires et quantiques leur permettent de montrer les habiletés qu'ils ont développées et les connaissances qu'ils ont acquises.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alors que les élèves travaillent à rédiger un compte rendu pour expliquer les interactions photon-électron, vérifier s'ils savent expliquer : <ul style="list-style-type: none"> <li>– la formule <math>E = hf</math>;</li> <li>– l'équation d'Einstein.</li> </ul> </li> <li>• Lorsque les élèves résolvent des problèmes faisant intervenir la constante de Planck, la fréquence, la longueur d'onde, la vitesse de la lumière, l'énergie et la quantité de mouvement d'un photon, vérifier s'ils peuvent : <ul style="list-style-type: none"> <li>– utiliser correctement les formules;</li> <li>– utiliser adéquatement les unités;</li> <li>– convertir du joule à l'électronvolt.</li> </ul> </li> <li>• Confier aux élèves la tâche de résoudre un problème faisant intervenir le calcul de la longueur d'onde du photon émis lors d'une transition, dans l'atome d'hydrogène, de l'orbite <math>n = 5</math> à l'orbite <math>n = 2</math> et de la localiser dans le spectre des radiations électromagnétiques. Une fois la tâche complétée, leur demander de se réunir en équipes de deux pour discuter de leurs solutions et suggérer des corrections si nécessaire.</li> <li>• Demander aux élèves d'identifier une technologie basée sur la physique des particules (p. ex. le laser) et d'évaluer un de ses impacts sur la société ou l'environnement.</li> <li>• Faire réfléchir les élèves sur leurs apprentissages en leur demandant de choisir, et de justifier leurs choix, le modèle qui leur a été le plus facile pour comprendre la dualité onde-corpuscule.</li> <li>• Demander aux élèves de compiler un portfolio de ce module incluant une lettre de présentation et leurs activités préférées. Inviter-les à des rencontres afin de discuter avec eux le contenu de leurs portfolios.</li> </ul>	<p><b>Imprimé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Physique 12</i></li> <li>• <i>Principes fondamentaux de la physique un cours avancé</i></li> </ul> <p><b>Vidéo</b></p> <p><b>Logiciel</b></p>

## LA RADIOACTIVITÉ

Depuis la mise en évidence du noyau atomique en 1911, beaucoup de chemin a été parcouru grâce aux expériences de diffusion de particules alpha par des feuilles d'or. Les scientifiques ont su déterminer les dimensions, puis la charge du noyau, avoir accès à sa constitution, mettre en lumière les forces internes qui assurent sa cohésion, révéler ses propriétés magnétiques dont la résonance nucléaire est utilisée en médecine et dont les médias font grand cas. On évoque le noyau atomique chaque fois qu'on parle des réacteurs nucléaires et des bombes atomiques; on le retrouve pour parler des problèmes controversés d'armements nucléaires et surtout ceux à l'uranium appauvri; on le sollicite enfin pour comprendre la vie puis la mort des étoiles. Bref, le noyau atomique est à la mode, et pour longtemps encore...

Dans ce module, les élèves décriront les produits de la désintégration radioactive de noyaux atomiques instables et se familiariseront avec les caractéristiques des particules alpha et bêta et du rayonnement gamma. Ils étudieront les transmutations radioactives et écriront des équations bilans équilibrées des transformations radioactives. Ils devraient comprendre comment chaque type de transformation fait déplacer le radio-élément dans le tableau périodique. La fission et la fusion nucléaires seront traitées dans un contexte concret qui fait appel aux technologies pertinentes et aux impacts sociaux et environnementaux de ces dernières. Les élèves du cours *PHY AVA 12* devraient aller plus loin dans l'étude de la stabilité du noyau atomique afin de comprendre le lien entre le défaut de masse et l'énergie et comment la relation d'Einstein peut servir à comprendre quantitativement ce lien.

Dans ce module, les élèves devraient développer une pensée critique en débattant et discutant de divers problèmes ayant trait à l'énergie nucléaire. Ils devraient être amenés à développer des habiletés mentales supérieures telles l'analyse, la synthèse et l'évaluation en examinant des situations ayant des liens avec les déchets nucléaires au Canada et leurs impacts à court et à long termes.

STSE	Habilités
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Nature des sciences et de la technologie</b></p> <p>S2.12 analyser pourquoi et comment une technologie particulière, telle que des réacteurs nucléaires, a été développée et améliorée au fil du temps;</p> <p><b>Interactions entre les sciences et la technologie</b></p> <p>S3.15 analyser et décrire des exemples de technologies dont le développement repose sur la compréhension scientifique;</p> <p>S3.16 décrire et évaluer la conception et le fonctionnement de solutions technologiques, en utilisant des principes scientifiques (p. ex. décrire des exemples tels que la thérapie du cancer par le cobalt et le détecteur de fumée);</p> <p><b>Contextes social et environnemental des sciences et de la technologie</b></p> <p>S4.8 donner des exemples qui illustrent comment les sciences et la technologie sont une partie intégrante de sa vie et de sa communauté;</p> <p>S4.9 identifier et décrire des carrières fondées sur les sciences et la technologie et ayant trait à la radioactivité;</p> <p>S4.10 analyser des exemples, tels que le développement de la technologie liée au réacteur nucléaire CANDU), de la contribution canadienne aux sciences et à la technologie;</p> <p>S5.8 analyser, selon diverses perspectives, des avantages et des inconvénients pour la société et l'environnement lorsqu'on applique des connaissances scientifiques ou on introduit une technologie particulière;</p> <p>S5.9 évaluer la conception et le fonctionnement d'une technologie en tenant compte de divers critères qu'il a déjà identifiés.</p>	<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p><b>Identification du problème et planification</b></p> <p>H1.15 formuler des définitions opérationnelles de variables importantes (p. ex. définir la notion de demi-vie);</p> <p>H1.16 développer des procédures d'échantillonnage appropriées pour détecter du radon dans les sous-sol des maisons;</p> <p><b>Réalisation et enregistrement des données</b></p> <p>H2.13 sélectionner et utiliser des instruments et des substances radioactives de façon sûre;</p> <p>H2.14 démontrer une connaissance des normes SIMDUT et sélectionner et utiliser des techniques convenables pour la manipulation et le rangement de matériaux radioactifs;</p> <p><b>Analyse et interprétation</b></p> <p>H3.16 expliquer comment des données obtenues sur la désintégration radioactive confirment ou infirment l'hypothèse ou la prédiction;</p> <p>H3.17 proposer d'autres solutions au problème d'entreposage des déchets radioactifs, identifier les forces et les faiblesses possibles et en choisir une comme point de départ pour l'élaboration d'un plan;</p> <p><b>Communication et travail d'équipe</b></p> <p>H4.13 identifier plusieurs perspectives qui influent sur une décision ou une question liée à la construction d'un réacteur nucléaire dans une communauté pour lui procurer de l'énergie électrique;</p> <p>H4.14 développer, présenter et soutenir une position ou une ligne de conduite basée sur des découvertes afin de défendre une certaine position sur l'utilisation et l'entreposage d'armements nucléaires ou de combustibles nucléaires épuisés.</p>

Connaissances	Pistes d'enseignement
<p><b>En douzième année, il est attendu que l'élève pourra :</b></p> <p>P5.6 décrire les produits de la désintégration radioactive, ainsi que les caractéristiques des radiations alpha, bêta et gamma;</p> <p>P5.7 décrire des sources de radioactivité dans des milieux naturels et fabriqués;</p> <p>P5.8 expliquer comment le noyau d'un radio-élément émet des particules <math>\alpha</math>, <math>\beta^-</math> et <math>\beta^+</math>;</p> <p>P5.9 écrire des équations-bilans équilibrées de réactions nucléaires;</p> <p>P5.10 appliquer quantitativement la loi de la conservation de la masse et de l'énergie, en se servant de l'équivalence masse-énergie proposée par Einstein et du Mev comme unité de cette énergie;</p> <p>P5.11 comparer qualitativement et quantitativement la fission et la fusion nucléaires en analysant des réactions nucléaires provoquées;</p> <p>P5.12 identifier les considérations énergétiques et les conditions nécessaires à la fusion nucléaire;</p> <p>*P5.13 prédire et calculer la masse restante d'un radio-élément en utilisant la loi de décroissance radioactive;</p> <p>*P5.14 expliquer quantitativement que le défaut de masse est à l'origine de l'énergie libérée des réactions nucléaires;</p> <p>*P5.15 expliquer le lien entre l'énergie de liaison d'un noyau et sa stabilité.</p>	<p>Il est important que les élèves comprennent la radioactivité et les principes des réactions nucléaires afin de pouvoir comprendre le fonctionnement des réacteurs nucléaires (CANDU), les armements nucléaires et les applications des radioéléments en médecine. Ils devraient être amenés à développer une prise de conscience des problèmes éthiques et des impacts négatifs sur la société et l'environnement que soulèvent l'utilisation non judicieuse des sources d'énergie nucléaire.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Demander aux élèves de faire une recherche et de présenter un rapport sur l'utilisation des réacteurs nucléaires afin de produire de l'énergie.</li> <li>• Réunir les élèves en petites équipes. Leur demander de compléter et d'équilibrer des équations-bilans faisant intervenir des désintégrations alpha et bêta et le rayonnement gamma. Inviter des élèves à présenter à la classe la démarche suivie.</li> <li>• Demander aux élèves de résoudre en équipes de deux des problèmes faisant intervenir le défaut de masse, la vitesse de la lumière et l'énergie. Ils devraient exprimer l'énergie en joules et ses multiples et en électronvolts et ses multiples.</li> <li>• Amener les élèves à comprendre que la fission et la fusion nucléaires sont deux réactions nucléaires provoquées qui résultent du choc d'une particule projectile sur un noyau cible pour engendrer de nouveaux noyaux et libérer une énorme quantité d'énergie. La fission de l'uranium U 235 et la fusion de deux noyaux de deutérium en sont deux exemples.</li> <li>• Inviter les élèves à organiser un débat sur l'entreposage des déchets radioactifs.</li> <li>• Confier aux élèves, qui voudraient aller plus loin dans leurs apprentissages, de faire une recherche sur la loi de décroissance radioactive. Ils devraient rédiger un rapport incluant : <ul style="list-style-type: none"> <li>– une explication détaillée de l'élaboration de la loi;</li> <li>– la définition de la période radioactive;</li> <li>– la relation entre constante radioactive et période;</li> <li>– le graphique de la décroissance exponentielle;</li> <li>– la définition et les expressions de l'activité d'une source radioactive ainsi que ses unités le <i>curie</i> (Ci) et le <i>becquerel</i> (Bq).</li> </ul> </li> </ul>

Pistes d'évaluation	Ressources pédagogiques
<p>Les élèves montrent qu'ils comprennent la radioactivité naturelle et artificielle en expliquant et équilibrant des équations-bilans des transformations nucléaires. Ils devraient être capables de comparer le bilan énergétique de la fission et la fusion nucléaires et de discuter des problèmes liés à leur utilisation.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examiner le rapport des élèves sur l'utilisation des réacteurs nucléaires pour vérifier s'ils peuvent : <ul style="list-style-type: none"> <li>– décrire le combustible utilisé;</li> <li>– décrire un système de sécurité intégré à ce type de réacteur;</li> <li>– distinguer entre fission contrôlée et fission incontrôlée;</li> <li>– définir la masse critique et la réaction en chaîne;</li> <li>– décrire le rôle du fluide caloporteur.</li> </ul> </li> <li>• Pendant que les élèves équilibrent des équations-bilans des transformations nucléaires, interroger-les afin de s'assurer qu'ils : <ul style="list-style-type: none"> <li>– comprennent que la radioactivité est une transformation de noyaux atomiques en d'autres noyaux;</li> <li>– respectent les lois de la conservation du nombre des nucléons A et de la charge électrique Z.</li> </ul> </li> <li>• Demander aux élèves de résoudre des problèmes faisant intervenir le défaut de masse. Une fois l'activité complétée, leur demander de se réunir en petites équipes pour comparer leurs solutions et suggérer des corrections si nécessaire. Circuler parmi eux afin de s'assurer qu'ils utilisent la terminologie appropriée et respectent les règles des chiffres significatifs.</li> <li>• Élaborer, en collaboration avec les élèves, une liste de critères permettant d'évaluer le débat sur l'entreposage des déchets nucléaires.</li> <li>• Demander aux élèves d'écrire dans leur journal de bord un bref résumé des notions qu'ils ont apprises dans ce module.</li> <li>• Demander aux élèves de compiler un portfolio du module incluant une lettre de présentation, une activité sur les équations-bilans des transformations nucléaires, une activité sur le défaut de masse et des activités sur la fission et la fusion nucléaires. Inviter-les ensuite à des rencontres afin de discuter du contenu de leurs portfolios.</li> </ul>	<p><b>Imprimé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Physique 12</i></li> <li>• <i>Principes fondamentaux de la physique un cours avancé</i></li> </ul> <p><b>Vidéo</b></p> <p><b>Logiciel</b></p>

# LISTE DES RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES AUX CONNAISSANCES

<b>Module 3 - Sciences 9</b>	
<b>Les caractéristiques de l'électricité</b>	<p><b>P2.6</b> expliquer la production de charges électriques statiques dans certains matériaux familiers;</p> <p><b>P2.7</b> identifier des propriétés de charges électriques statiques;</p> <p><b>P2.8</b> comparer qualitativement l'électricité statique et le courant électrique;</p> <p><b>P2.9</b> décrire la circulation de la charge dans un circuit électrique en utilisant l'analogie hydrodynamique;</p> <p><b>P2.10</b> décrire des circuits en série et des circuits en parallèle en utilisant différentes résistances, différents voltages et différents courants;</p> <p><b>P2.11</b> déterminer la résistance équivalente de résistances en série et des résistances en parallèle;</p> <p><b>P2.12</b> établir des liens entre l'énergie électrique et les coûts de consommation domestique d'énergie;</p> <p><b>P2.13</b> déterminer quantitativement l'efficacité d'un appareil électrique qui convertit de l'énergie électrique en énergie calorifique;</p> <p><b>P2.14</b> décrire le transfert et la conversion d'énergie allant d'une centrale électrique au foyer.</p>

<b>Module 3 - Sciences 10</b>	
<b>Le mouvement</b>	<p><b>P1</b> décrire quantitativement les liens entre le déplacement, le temps et le vecteur vitesse d'un mobile en mouvement rectiligne;</p> <p><b>P2</b> distinguer entre des grandeurs scalaires et des grandeurs vectorielles, en utilisant des exemples physiques simples;</p> <p><b>P3</b> distinguer entre distance et déplacement;</p> <p><b>P4</b> distinguer entre le vecteur vitesse moyen et le vecteur vitesse instantané;</p> <p><b>P5</b> analyser, graphiquement et mathématiquement, les liens entre le déplacement, le temps et le vecteur vitesse d'un mobile en mouvement rectiligne;</p> <p><b>P6</b> faire le lien entre la pente du graphique déplacement - temps et la vitesse;</p> <p><b>P7</b> faire le lien entre l'aire sous la courbe du graphique vitesse - temps et le déplacement;</p> <p><b>P8</b> décrire quantitativement les liens entre le vecteur vitesse, le temps et l'accélération d'un mobile en mouvement rectiligne uniformément varié;</p> <p><b>P9</b> analyser, graphiquement et mathématiquement, les liens entre le déplacement, le temps et le vecteur vitesse et l'accélération d'un mobile en mouvement rectiligne uniformément varié;</p> <p><b>P10</b> faire le lien entre la pente du graphique vitesse - temps et l'accélération;</p> <p><b>P11</b> faire le lien entre l'aire sous la courbe du graphique accélération - temps et la vitesse.</p>

<b>Module 1 - Physique 11</b>	
<b>Les forces et le mouvement en une dimension</b>	<p><b>P1.1</b> identifier, pour un mouvement rectiligne, les grandeurs cinématiques telles que la distance, le déplacement, la vitesse et l'accélération;</p> <p><b>P1.2</b> déterminer les valeurs du déplacement, de la vitesse et de l'accélération d'un mouvement rectiligne, à partir de ses graphiques, en appliquant les concepts de la pente et de l'aire sous la courbe;</p> <p><b>P1.3</b> calculer, en utilisant les formules appropriées, les valeurs de la distance, du déplacement, de la vitesse et de l'accélération d'un mouvement rectiligne;</p> <p><b>P1.4</b> utiliser des vecteurs pour représenter le vecteur déplacement, le vecteur vitesse, le vecteur accélération et la force;</p> <p><b>P1.5</b> utiliser des diagrammes vectoriels afin de définir le vecteur résultant et de résoudre des problèmes concrets du mouvement rectiligne, faisant intervenir la force, le déplacement, la vitesse et l'accélération;</p> <p><b>P1.6</b> identifier le repère de référence d'un mouvement donné et en expliquer les effets;</p> <p><b>P1.7</b> appliquer les lois du mouvement de Newton pour expliquer l'inertie, les rapports entre la force, la masse et l'accélération, et l'interaction des forces entre deux objets;</p> <p><b>P1.8</b> appliquer les lois du mouvement de Newton pour résoudre des problèmes concrets, du mouvement rectiligne, faisant intervenir des forces de frottement;</p> <p><b>P1.9</b> analyser la relation, dans le cas d'un mouvement rectiligne, entre la quantité de mouvement et l'impulsion;</p> <p><b>P1.10</b> appliquer quantitativement les lois du mouvement de Newton aux impulsions et aux variations de la quantité de mouvement;</p> <p><b>*P1.11</b> expliquer les deux principes de la relativité d'Einstein en utilisant des exemples simples faisant appel à un système de référence inertiel;</p> <p><b>*P1.12</b> analyser des situations relativistes qui font intervenir la dilatation du temps, la contraction des longueurs et l'augmentation de la masse.</p>

<b>Module 2 - Physique 11</b>	
<b>La conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement en une dimension</b>	<p><b>P2.1</b> analyser quantitativement la relation entre la force, le déplacement et le travail;</p> <p><b>P2.2</b> analyser quantitativement la relation entre le travail, le temps et la puissance;</p> <p><b>P2.3</b> décrire quantitativement l'énergie mécanique comme étant la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle;</p> <p><b>P2.4</b> expliquer le principe de la conservation de l'énergie et l'utiliser pour analyser quantitativement des problèmes concrets traitant de la cinématique et de la dynamique;</p> <p><b>P2.5</b> expliquer la loi de la conservation de la quantité de mouvement et l'utiliser pour résoudre des problèmes concrets faisant intervenir des collisions élastique et inélastique unidimensionnelles et des explosions;</p> <p><b>P2.6</b> analyser quantitativement des rapports entre la masse, la hauteur, la vitesse et l'énergie thermique en utilisant la loi de la conservation de l'énergie;</p> <p><b>P2.7</b> analyser des situations courantes de transformation d'énergie à l'aide de théorèmes reliant la variation de l'énergie au travail;</p> <p><b>P2.8</b> déterminer le pourcentage de rendement de transformations d'énergie;</p> <p><b>*P2.9</b> décrire l'équivalence entre la masse et l'énergie à l'aide de la relation d'Einstein <math>E = m.c^2</math></p> <p><b>*P2.10</b> résoudre des problèmes faisant intervenir l'énergie, la masse et la vitesse de la lumière.</p>

<b>Module 3 - Physique 11</b>	
<b>Les ondes</b>	<p><b>P3.1</b> décrire des caractéristiques des ondes longitudinales et transversales, en expliquant l'amplitude, la fréquence, la période, la longueur d'onde, la pulsation, la phase et la vitesse de propagation;</p> <p><b>P3.2</b> utiliser l'équation d'onde pour expliquer et prédire son comportement dans un milieu propageur homogène;</p> <p><b>P3.3</b> comparer et décrire les propriétés de la radiation électromagnétique et du son;</p> <p><b>P3.4</b> décrire comment le son et la radiation électromagnétique, en tant que formes d'énergie, sont produits et transmis;</p> <p><b>P3.5</b> expliquer qualitativement et quantitativement les phénomènes de réflexion et de réfraction des ondes mécaniques, sonores et lumineuses;</p> <p><b>P3.6</b> Expliquer et analyser la formation d'ondes stationnaires;</p> <p><b>P3.7</b> expliquer qualitativement et quantitativement le phénomène d'interférence des ondes mécaniques, sonores et lumineuses;</p> <p><b>P3.8</b> expliquer qualitativement et quantitativement le phénomène de diffraction des ondes mécaniques, sonores et lumineuses;</p> <p><b>P3.9</b> expliquer qualitativement et quantitativement l'effet Doppler;</p> <p><b>*P3.10</b> décrire la polarisation d'une onde transversale et utiliser la loi de Malu pour expliquer l'effet des filtres polarisants sur la lumière;</p> <p><b>*P.3.11</b> expliquer la polarisation de la lumière par réflexion et utiliser la formule de Snell pour calculer l'angle de Brewster à la surface de séparation air-eau.</p>

<b>Module 1 - Physique 12</b>	
<b>Les mouvements en deux dimensions</b>	<p><b>P1.13</b> utiliser des vecteurs pour représenter la force, le vecteur vitesse et le vecteur accélération dans un contexte de résolution de problèmes faisant intervenir le mouvement relatif de systèmes mécaniques;</p> <p><b>P1.14</b> utiliser l'analyse vectorielle en deux dimensions afin de résoudre des problèmes faisant intervenir des systèmes mécaniques en équilibre;</p> <p><b>P1.15</b> utiliser l'analyse vectorielle et les lois du mouvement de Newton en deux dimensions afin de résoudre des problèmes faisant intervenir des systèmes mécaniques comprenant au moins deux objets en mouvement, une poulie et un plan incliné;</p> <p><b>P1.16</b> énoncer la relation entre la variation d'énergie cinétique et le travail des forces extérieures ainsi que celle entre la variation d'énergie potentielle et le travail des forces intérieures d'un système mécanique simple;</p> <p><b>P1.17</b> analyser quantitativement les mouvements horizontal et vertical d'un projectile et déterminer les équations de sa trajectoire, de sa flèche et de sa portée horizontale;</p> <p><b>P1.18</b> décrire et étudier la cinématique du mouvement circulaire uniforme à l'aide d'analyses algébriques et vectorielles;</p> <p><b>P1.19</b> expliquer quantitativement la dynamique du mouvement circulaire en utilisant les lois de Newton;</p> <p><b>P1.20</b> expliquer qualitativement la première et la deuxième lois de Kepler et utiliser sa troisième loi afin de résoudre des problèmes de mécanique planétaire;</p> <p><b>P1.21</b> expliquer qualitativement et quantitativement les équations du déplacement, de la vitesse et de l'accélération d'un oscillateur harmonique simple;</p> <p><b>P2.11</b> utiliser la loi de la conservation de l'énergie afin de résoudre des problèmes de mouvement des systèmes mécaniques comprenant une poulie et un plan incliné;</p> <p><b>P2.12</b> appliquer quantitativement la loi de la conservation de la quantité de mouvement aux collisions à une et deux dimensions et aux explosions;</p> <p><b>P2.13</b> déterminer laquelle des lois de la conservation de l'énergie ou de la quantité de mouvement est plus appropriée à la résolution d'un problème pratique faisant intervenir des collisions élastiques et inélastiques;</p> <p><b>P2.14</b> expliquer quantitativement les énergies potentielle et cinétique de la masse en mouvement d'un oscillateur harmonique simple et analyser le rapport entre ces deux énergies;</p> <p><b>*P2.15</b> élaborer l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique simple et l'utiliser afin de résoudre des problèmes;</p> <p><b>*P1.22</b> analyser qualitativement et quantitativement des systèmes mécaniques complexes.</p>

<b>Module 2 - Physique 12</b>	
<b>Les champs et les interactions</b>	<p><b>P4.1</b> décrire des champs gravitationnel, électrique et magnétique comme étant des régions d'espace qui affectent la masse et la charge;</p> <p><b>P4.2</b> décrire des champs gravitationnel, électrique, et magnétique en illustrant la source et la direction des lignes de force;</p> <p><b>P4.3</b> décrire des champs électriques en termes de charges semblables et opposées et des champs magnétiques en termes de pôles;</p> <p><b>P4.4</b> énoncer la loi de Newton relative à la gravitation universelle et l'utiliser afin de résoudre des problèmes de mouvement circulaire des satellites;</p> <p><b>P4.5</b> énoncer la loi de Coulomb et l'utiliser afin de décrire la force électrique nette produite sur une charge ponctuelle par deux charges ponctuelles;</p> <p><b>P4.6</b> décrire quantitativement le champ électrique net créé en un point d'une droite sur laquelle se trouvent deux charges ponctuelles;</p> <p><b>*P4.7</b> décrire quantitativement le champ électrique net créé en un point par une distribution de charges ponctuelles;</p> <p><b>P4.8</b> utiliser le concept du potentiel électrique afin de déterminer la variation d'énergie potentielle électrique et de calculer le travail requis pour déplacer une charge ponctuelle dans un champ électrique.</p> <p><b>P4.9</b> utiliser les lois d'Ohm pour résoudre des problèmes faisant intervenir des circuits en série, en parallèle et des circuits en séries parallèles;</p> <p><b>P4.10</b> utiliser les lois de Kirchhoff pour résoudre des problèmes faisant intervenir des circuits en série, en parallèle et des circuits en séries parallèles;</p> <p><b>P4.11</b> analyser qualitativement et quantitativement les forces qui agissent sur une charge en mouvement et sur un courant électrique dans un champ magnétique uniforme;</p> <p><b>P4.12</b> décrire le champ magnétique produit par un courant dans un long conducteur rectiligne et dans un solénoïde;</p> <p><b>P4.13</b> analyser qualitativement et quantitativement l'induction électromagnétique produite par un flux magnétique changeant et par un conducteur en mouvement;</p> <p><b>P4.14</b> décrire et comparer le courant continu et le courant alternatif;</p> <p><b>*P4.15</b> analyser qualitativement et quantitativement le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme.</p>

<b>Module 3 - Physique 12</b>	
<b>La physique des particules</b>	<p><b>P3.12</b> décrire comment le concept de l'énergie quantique explique le rayonnement d'un corps noir et l'effet photoélectrique;</p> <p><b>P3.13</b> expliquer qualitativement et quantitativement l'effet photoélectrique;</p> <p><b>P3.14</b> résumer les données à l'appui des modèles ondulatoire et corpusculaire de la lumière;</p> <p><b>P5.1</b> expliquer quantitativement l'effet Compton et l'hypothèse de de Broglie, en utilisant les lois de la mécanique, la conservation de la quantité de mouvement et la nature de la lumière;</p> <p><b>P5.2</b> expliquer quantitativement le modèle atomique de Bohr comme étant une synthèse des concepts classiques et quantiques;</p> <p><b>P5.3</b> expliquer le rapport entre les niveaux d'énergie du modèle de Bohr, la différence d'énergie entre les niveaux et l'énergie des photons émis;</p> <p><b>*P5.4</b> expliquer, à l'aide de la formule de Balmer, quantitativement les longueurs d'onde de toutes les raies spectrales de l'atome d'hydrogène;</p> <p><b>*P5.5</b> expliquer le modèle mécano-quantique de l'atome d'hydrogène.</p>

<b>Module 4 - Physique 12</b>	
<b>La radioactivité</b>	<p><b>P5.6</b> décrire les produits de la désintégration radioactive, ainsi que les caractéristiques des radiations alpha, bêta et gamma;</p> <p><b>P5.7</b> décrire des sources de radioactivité dans des milieux naturels et fabriqués;</p> <p><b>P5.8</b> expliquer comment le noyau d'un radio-élément émet des particules <math>\alpha</math>, <math>\beta^-</math> et <math>\beta^+</math>;</p> <p><b>P5.9</b> écrire des équations-bilans équilibrées de réactions nucléaires;</p> <p><b>P5.10</b> appliquer quantitativement la loi de la conservation de la masse et de l'énergie, en se servant de l'équivalence masse-énergie proposée par Einstein et du Mev comme unité de cette énergie;</p> <p><b>P5.11</b> comparer qualitativement et quantitativement la fission et la fusion nucléaires en analysant des réactions nucléaires provoquées;</p> <p><b>P5.12</b> identifier les considérations énergétiques et les conditions nécessaires à la fusion nucléaire;</p> <p><b>*P5.13</b> prédire et calculer la masse restante d'un radio-élément en utilisant la loi de décroissance radioactive;</p> <p><b>*P5.14</b> expliquer quantitativement que le défaut de masse est à l'origine de l'énergie libérée des réactions nucléaires;</p> <p><b>*P5.15</b> expliquer le lien entre l'énergie de liaison d'un noyau et sa stabilité.</p>

# RESSOURCES PÉDAGOGIQUES



Cette annexe comprend une liste détaillée des ressources pédagogiques pour les cours de physique. Les titres sont en ordre alphabétique et chaque ressource comporte une annotation qui fournit les renseignements suivants :

- Auteurs
- Description générale
- Auditoire
- Catégorie
- Composantes du programme d'études
- Grille de classe
- Fournisseur



## Physique 12

*Manuel de l'élève*

Version française de *Physics 12*, Nelson, 2003

- **Auteurs :** *Hirsch, Martindale, Stewart, Barry*
- **Description générale :**  
Ce manuel comprend 13 chapitres sur la cinématique, la dynamique, le mouvement circulaire, le travail et l'énergie, la quantité de mouvement et les collisions, la gravitation et la mécanique céleste, les charges électriques et les champs électriques, les champs magnétiques et l'électromagnétisme, les ondes et la lumière, les effets ondulatoires de la lumière, la théorie de la relativité restreinte d'Einstein, les ondes les photons et la matière, la radioactivité et les particules élémentaires. Il comprend aussi quatre annexes, un glossaire et un index.
- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique
- **Recommandé pour :**

- **Fournisseur :** Groupe Beauchemin, éditeur Itée  
3281, avenue Jean-Béraud  
LAVAL, QC H7T 2L2  
Téléphone : (514) 334-5912  
1 800 361-4504  
Télécopieur : (450) 688-6269  
www.beaucheminediteur.com  
ISBN / Numéro de commande  
2-7616-1534-4  
Prix unitaire : 79,95 \$

10	11	12
	✓	✓



## Physique 12

### Guide d'enseignement

- **Auteurs :** *Hirsch, Martindale ...*
- **Description générale :**  
Ce guide est un outil indispensable à l'enseignant. Il comprend les approches, les stratégies et les instructions à suivre pour réaliser les activités du manuel de l'élève.
- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'enseignant
- **Composantes :** La physique
- **Recommandé pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Groupe Beauchemin, éditeur ltée  
3281, avenue Jean-Béraud  
LAVAL, QC H7T 2L2  
Téléphone : (514) 334-5912  
1 800 361-4504  
Télécopieur : (450) 688-6269  
www.beaucheminediteur.com

ISBN / Numéro de commande  
2-7616-1548-4  
Prix unitaire : 249,95 \$



## Physique 12

### Solutionnaire

- **Auteurs :** *Hirsch, Martindale ...*
- **Description générale :**  
Ce recueil de solutions contient les solutions détaillées des exercices et des problèmes du manuel de l'élève.
- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'enseignant
- **Composantes :** La physique
- **Recommandé pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Groupe Beauchemin, éditeur ltée  
3281, avenue Jean-Béraud  
LAVAL, QC H7T 2L2  
Téléphone : (514) 334-5912  
1 800 361-4504  
Télécopieur : (450) 688-6269  
www.beaucheminediteur.com  
ISBN / Numéro de commande  
2-7616-1550-6  
Prix unitaire : 99,95 \$

**Physique 12***Feuilles reproductibles*

- **Auteurs :** *Hirsch, Martindale ...*
- **Description générale :**  
Ce document reproductible comprend des activités d'enrichissement, d'appui, d'évaluation et des réponses à toutes les activités.
- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique
- **Recommandé pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Groupe Beauchemin, éditeur ltée  
3281, avenue Jean-Béraud  
LAVAL, QC H7T 2L2  
Téléphone : (514) 334-5912  
1 800 361-4504  
Télécopieur : (450) 688-6269  
www.beaucheminediteur.com  
ISBN / Numéro de commande  
2-7616-1549-2  
Prix unitaire : 99,95 \$

**Physique 12***Banque de questions informatisées*

- **Auteurs :** *Hirsch, Martindale ...*
- **Description générale :**  
Ce CD-Rom comprend une collection de questions qui visent à appuyer les activités d'apprentissage du manuel de l'élève.
- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique
- **Recommandé pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Groupe Beauchemin, éditeur ltée  
3281, avenue Jean-Béraud  
LAVAL, QC H7T 2L2  
Téléphone : (514) 334-5912  
1 800 361-4504  
Télécopieur : (450) 688-6269  
www.beaucheminediteur.com  
ISBN / Numéro de commande  
2-7616-1551-4  
Prix unitaire : 199,95 \$



## Principes fondamentaux de la physique

*Cours avancé*

- **Auteurs :** *Martindale, Heath, Eastman*
- **Description générale :**  
Ce manuel comprend 20 chapitres sur la mesure et l'analyse, le mouvement et les lois de Newton, les corps en équilibre, les mécanismes planétaires, la quantité de mouvement, l'énergie mécanique, l'optique géométrique, les ondes en une et deux dimensions, les ondes lumineuses, l'électricité, l'électromagnétisme, la relativité restreinte, la nature quantique de la lumière, le noyau atomique et les particules élémentaires. Les concepts et les notions scientifiques sont abordés d'une façon traditionnelle.
- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique
- **Recommandé pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Guérin  
4501, rue Drolet  
MONTRÉAL, QC H2T 2G2  
Téléphone : (514) 842-3481  
Télécopieur : (514) 842-4923



## Conservation de la quantité de mouvement (La)

- **Description générale :**  
Cette vidéo, de la série Univers mécanique et d'une durée de 30 minutes, présente la loi de la conservation de la quantité de mouvement héritée de Newton.  
Numéro de catalogue (CPRP) : 711965
- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (La mécanique)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel  
125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON, N.-B. E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources  
pédagogiques  
C.P. 160  
POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0  
Téléphone : (902) 769-9000  
Télécopieur : (902) 769-3398  
<http://cprp.ednet.ns.ca>



## Chauve-souris et les ondes (Les)

• **Description générale :**

Cet épisode, de la série Anima 2 et d'une durée de 24 minutes, nous permet de découvrir comment la chauve-souris se repère et capture ses proies en émettant des ultrasons. Il montre aussi les applications des ultrasons en médecine et en industrie.

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (Les ondes)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel  
125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON, N.-B. E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160  
POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0  
Téléphone : (902) 769-9000  
Télécopieur : (902) 769-3398  
<http://cprp.ednet.ns.ca>



**Énergie potentielle (L')**

• **Description générale :**

Cette vidéo, de la série Univers mécanique et d'une durée de 30 minutes, nous permet de comprendre la stabilité des corps.

Numéro de catalogue (CPRP) : 711962

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (La mécanique)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel  
125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON, N.-B. E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160  
POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0  
Téléphone : (902) 769-9000  
Télécopieur : (902) 769-3398  
<http://cprp.ednet.ns.ca>



## Forces fondamentales (Les)

- **Description générale :**

Cette vidéo, de la série Univers mécanique et d'une durée de 30 minutes, nous montre comment les quatre interactions fondamentales permettent d'expliquer toutes les forces agissant dans l'univers.  
Numéro de catalogue (CPRP) : 711963

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (La mécanique)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel  
125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON, N.-B. E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160  
POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0  
Téléphone : (902) 769-9000  
Télécopieur : (902) 769-3398  
<http://cprp.ednet.ns.ca>



## Interférence de la lumière

- **Description générale :**

Cette vidéo, d'une durée de 18 minutes, présente des exemples d'interférence et de diffraction des ondes. Nous y trouvons la fente double avec vagues, la fente double avec lumière cohérente, l'expérience d'Young, les réseaux de diffraction et d'autres exemples.

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (Les ondes lumineuses)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel  
125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON, N.-B. E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160  
POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0  
Téléphone : (902) 769-9000  
Télécopieur : (902) 769-3398  
<http://cprp.ednet.ns.ca>



### Loi de la chute libre (La)

• **Description générale :**

Cette vidéo, de la série Univers mécanique et d'une durée de 30 minutes, nous permet de voir comme Galilée qu'une plume peut tomber de la même façon qu'une pierre.

Numéro de catalogue (CPRP) : 711958

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (La mécanique)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

• **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel

125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON, N.-B. E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160

POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0

Téléphone : (902) 769-9000

Télécopieur : (902) 769-3398

<http://cprp.ednet.ns.ca>



### Ondes (Les)

• **Description générale :**

Cette vidéo, de la série Univers mécanique et d'une durée de 30 minutes, présente comment créer une onde et quelles sont ses caractéristiques tout en manipulant un oscillateur harmonique simple.

Numéro de catalogue (CPRP) : 711964

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (Les ondes)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

• **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel

125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON, N.-B. E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160

POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0

Téléphone : (902) 769-9000

Télécopieur : (902) 769-3398

<http://cprp.ednet.ns.ca>



## Polarisation de la lumière

- **Description générale :**

Cette vidéo, d'une durée de 23 minutes, démontre que la lumière se propage selon des ondes. Elle explique comment les polariseurs fonctionnent et donne un aperçu sur le photon.

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (Les ondes)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel  
125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON N.-B., E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160  
POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0  
Téléphone : (902) 769-9000  
Télécopieur : (902) 769-3398  
<http://cprp.ednet.ns.ca>



## Sons et phénomènes vibratoires

- **Description générale :**

Cette vidéo, d'une durée de 34 minutes, nous conduit derrière la beauté et l'inspiration de la musique afin d'explorer ses principes scientifiques. Elle nous permet d'examiner une large gamme d'instruments musicaux pour illustrer les concepts et les formules des ondes sonores.

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** La physique (Les ondes)
- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** Vidéothèque de la FÉPA / Service de l'audiovisuel  
125, chemin Hilton  
Parc industriel  
FREDERICTON N.-B., E3B 6B1  
Téléphone : (506) 453-4041  
Télécopieur : (506) 453-7974

Centre provincial de ressources pédagogiques  
C.P. 160  
POINTE-DE-L'ÉGLISE, N.-É.  
B0W 1M0  
Téléphone : (902) 769-9000  
Télécopieur : (902) 769-3398  
<http://cprp.ednet.ns.ca>



## Wavelab

- **Description générale :**

Wavelab est un programme de simulation expérimentale destiné à favoriser l'étude individualisée des phénomènes ondulatoires se produisant dans un milieu à deux dimensions (simulation de cuve à eau). En plus des simulations d'expériences, Wavelab comporte de nombreuses pages d'explications ainsi que des démonstrations animées. Les images des phénomènes ondulatoires simulés sont d'une grande qualité, meilleures que celles que l'on obtient généralement à l'aide d'une cuve à eau véritable. Des constructions théoriques peuvent être superposées à ces images, facilitant ainsi la compréhension. Wavelab présente des démonstrations qui permettent aux élèves de comprendre plus facilement les caractéristiques fondamentales des ondes (vitesse, fréquence et longueur d'onde), la réflexion, la réfraction, la diffraction, les interférences et l'effet Doppler-Fizeau.  
<http://www.ulg.ac.be/cifen/inforef/swi/covalion.htm>

- **Configuration requise :**

PC 286, MSDOS ou Windows, 8 Mo de mémoire vive, carte graphique VGA ou sup.

- **Auditoire :** Écoles francophones
- **Catégorie :** Ressource pour l'élève et l'enseignant
- **Composantes :** Sciences physiques

- **Recommandée pour :**

10	11	12
	✓	✓

- **Fournisseur :** DM, Diffusion Multimédia inc.  
 1 200, rue Papineau, bureau 321  
 MONTRÉAL, QC H2K 4R5  
 Téléphone : (514) 527-0606  
 Télécopieur : (514) 527-4646  
[www.diffm.com](http://www.diffm.com)

**Prix :** 99,99 \$



# ÉVALUATION

# A. ÉVALUATION DES APPRENTISSAGES

## A.1. Une épreuve doit révéler ce qu'on veut évaluer

L'évaluation est une force des plus puissantes en éducation. L'attention que portent les élèves aux divers éléments de l'enseignement dépend de l'importance donnée à ces éléments dans la détermination des résultats scolaires. L'évaluation peut consolider l'apprentissage et avoir un effet sur le développement à long terme des habiletés et des stratégies d'apprentissage.

Bien trop souvent, dans les tests ou examens, une importance exagérée est accordée à l'évaluation de la capacité de rappel de faits banals ou isolés. Face à de telles stratégies d'évaluation, les élèves se contentent de stratégies d'apprentissage superficielles telles que la mémorisation. Les recherches sur l'apprentissage cognitif ont constamment démontré que les élèves oublient vite les faits mémorisés. L'évaluation doit donc encourager les élèves à choisir, à exercer et à maîtriser des habiletés et des compétences qui les rendront capables de relever avec succès de nouveaux défis, non seulement pendant leurs années à l'école, mais aussi durant toute leur vie.

En sciences, ainsi que dans toute autre discipline, il est impératif qu'on attribue moins d'importance à l'apprentissage d'un contenu et qu'on accentue davantage, dans notre société, les habiletés du traitement des informations. Les technologies modernes de l'information, telles que les bases de données en informatique, nous permettent de récupérer les connaissances les plus utiles et les plus à jour sur n'importe quel sujet. Nos élèves doivent être capables de trouver, choisir, traiter, appliquer et évaluer ces connaissances. Une éducation scientifique authentique comprend plus que le simple enseignement des connaissances et la mémorisation : elle comprend aussi une valorisation de cette éducation scientifique en l'utilisant comme base des critères d'évaluation.

Moins d'accent sur le contenu ne doit pas se traduire par une dévalorisation des connaissances, mais plutôt par une réorganisation de l'éducation scientifique. Il s'agit d'équilibrer la relation entre produit, processus et contexte.

Il n'est pas toujours nécessaire de vérifier directement les connaissances. Si une connaissance est classée dans des résultats d'apprentissage de niveaux supérieurs, tels que l'analyse ou la synthèse, l'habileté d'utiliser cette connaissance peut être mesurée dans la résolution d'un problème ou l'application d'un processus.

Une variété d'instruments et de stratégies peuvent servir à évaluer le progrès des élèves. Il importe de souligner que l'utilisation de systèmes d'évaluation multimodaux, visant en même temps les habiletés de la pensée et les élèves individuels, ne signifie pas un abaissement des normes.

L'évaluation doit être fréquente, spécifique et se faire en un temps propice à l'élève. Une estimation du développement et de l'utilisation de ses habiletés et de ses connaissances encourage chez l'élève un apprentissage actif.

*« L'objet de l'évaluation sommative est de prouver la connaissance, tandis que l'objet de l'évaluation formative est d'améliorer la connaissance. »*

*Pratt, 1994, p. 109*

## A.2 Les buts de l'évaluation en sciences

- Apprécier le progrès des élèves dans le développement des habiletés, des attitudes et des connaissances constituant une culture scientifique, afin de promouvoir leur apprentissage.
- Mesurer le progrès des élèves en accordant une note qu'on communiquerait à l'élève, aux parents et aux administrateurs.
- Aider les élèves à se fixer des objectifs réalistes pour la vie, y compris des objectifs pour une formation postsecondaire et pour le travail.
- Juger du programme ainsi que des stratégies utilisées dans l'enseignement.

## A.3 Les types d'évaluation en sciences

### A.3.1 Évaluation diagnostique

Une évaluation diagnostique, ordinairement effectuée avant l'étude d'un module, d'un projet, d'un cours ou d'une leçon, permet d'identifier les connaissances, les habiletés et les capacités déjà acquises par les élèves. Une telle constatation est importante dans tous les cours de sciences à cause des effets qu'ont les structures conceptuelles chez les élèves sur leurs capacités d'assimiler les concepts et les notions scientifiques. De plus, un diagnostic peut révéler qui sont les élèves pour qui il faudrait prévoir de l'enrichissement ou du travail de rattrapage. Il est donc possible d'ajuster le

programme pour l'adapter aux besoins des élèves et à des points de départ qui leur sont appropriés.

Les instruments diagnostiques peuvent aussi déceler les faiblesses qui mettent obstacle à l'apprentissage des sciences. Plusieurs élèves éprouvent de la difficulté à lire un problème à résoudre en sciences de la vie ou en sciences physique, ce qui crée un obstacle à leur succès. Il peut s'avérer nécessaire d'aider les élèves à comprendre la structure du problème à résoudre et leur montrer comment utiliser le mieux possible l'information donnée. Plusieurs élèves pensent que toute l'information contenue dans un problème est également importante. L'enseignant sait bien que ce qui est important ce sont les grandes idées, le reste du contenu étant écrit pour donner de la cohérence aux idées essentielles et pour offrir des enseignements à l'appui des théories. Dans plusieurs textes, la présentation de la matière est telle que bon nombre d'élèves éprouvent de la difficulté à distinguer les idées maîtresses des passages exprimant les relations. Parmi les instruments de cette évaluation citons :

- court test sur le contenu
- discussion en groupe
- questionnaire
- remue-méninges

### A.3.2 Évaluation formative

L'évaluation formative fait partie intégrante de l'enseignement des sciences. Elle donne des indices de la performance récente des élèves ainsi que de l'efficacité de l'enseignement. Elle joue donc un rôle tant diagnostique que prescriptif dont le but principal est de renseigner l'élève et l'enseignant sur le degré d'atteinte de chacun des résultats d'apprentissage spécifiques d'un programme ainsi que sur la démarche d'apprentissage de l'élève. L'information qu'elle fournit permet d'améliorer le rendement des élèves en améliorant la manière de dispenser le programme, en redéfinissant les résultats d'apprentissage, en établissant de nouvelles normes et en traçant des stratégies de rattrapage.

De par sa nature, l'évaluation formative est faite à l'intention des enseignants, des élèves et des parents. Elle n'est pas inscrite sous forme de note pour des buts administratifs. Les instruments de l'évaluation formative sont conçus en vue d'offrir à l'élève une rétroaction visant à renforcer l'apprentissage et à l'enseignant des renseignements utiles pour la planification des stratégies efficaces. L'évaluation formative s'effectue souvent de façon informelle dans le cadre des activités d'apprentissage. Parmi ses instruments citons :

- les grilles d'observations
- les échelles d'appréciation
- les fiches d'auto-correction et d'auto-évaluation
- le dossier de travaux
- le journal de bord
- les fiches anecdotiques
- les examens
- le portfolio.

### A.3.3 Évaluation sommative

L'évaluation sommative, une sommation des progrès de l'élève, est ordinairement effectuée à la fin d'un module, d'un trimestre ou d'une année. Son but est de vérifier l'atteinte des résultats d'apprentissage du programme, du cycle spécifique d'un cours. Elle est la mesure fondamentale du rendement d'un élève pris individuellement en rapport avec l'atteinte des résultats d'apprentissage, vu qu'elle offre des renseignements qui serviront à décider si l'élève obtient les crédits ou s'il passe dans la classe supérieure. Les résultats d'une évaluation sommative sont généralement publics et peuvent être communiqués, sur demande,

aux établissements qui les requièrent. Les notes décernées sont des jugements et elles sont utilisées dans l'évaluation des options ouvertes aux élèves.

Il existe plusieurs types d'outils auxquels on peut avoir recours pour obtenir les renseignements essentiels aux jugements à porter. Parmi les instruments de cette évaluation citons :

- le portfolio
- les projets
- les présentations à l'aide des médias
- le rapport d'activités expérimentales
- l'épreuve écrite sous forme d'examen portant sur un module ou plus
- les échelles d'appréciation
- les grilles d'observation
- les jeux-questionnaires.

Alors que l'évaluation sommative permet de vérifier l'atteinte des résultats prescrits d'une séquence d'apprentissage, l'évaluation formative, plus dynamique, permet d'évaluer l'atteinte de chaque résultat d'apprentissage spécifique en rapport étroit avec un résultat d'apprentissage par cycle. De plus, alors que l'approche sommative évalue les apprentissages d'ordre cognitif ainsi que les habiletés intellectuelles et psychomotrices, l'approche formative en fait autant en plus de porter sur l'évaluation des attitudes intellectuelles et sociales. Dans un contexte de classe centrée sur l'élève, l'évaluation suppose que, dans le processus d'apprentissage, l'élève joue un rôle actif avec certaines responsabilités. Il s'ensuit que l'élève doit être partenaire dans les évaluations tant formatives que sommatives, et l'enseignant doit être capable de lui expliquer clairement ce qu'il doit faire pour réussir. Pour tous les cours de sciences à l'école, les rapports sommatifs devraient provenir d'un système d'évaluation qui

comporte un élément d'évaluation par l'élève, par ses pairs et par l'enseignant. Les résultats sommatifs doivent aussi refléter l'évaluation formative.

« *Quand le cuisinier goûte la soupe, c'est une évaluation formative. Quand les convives goûtent la soupe, c'est une évaluation sommative.* »  
*Robert Stake*

Certaines stratégies peuvent être à la fois sommatives pour l'élève et formatives pour l'enseignant. L'examen de module qui forme une partie de la note finale de l'élève est sommatif pour l'élève. Les résultats de la classe sur le même test peuvent être utilisés par l'enseignant pour déterminer des aspects comme la réussite de l'enseignement avec une nouvelle insistance sur le programme d'études ou sur les ressources de base, ou bien le besoin que manifeste une classe ou un certain élève pour une activité de rattrapage, d'enrichissement ou de prolongement dans un module particulier. L'examen de module est alors formatif pour l'enseignant. Pour être vraiment formatif pour l'élève, les résultats d'un test devraient être analysés afin d'identifier les points forts et les points faibles de l'élève. Conséquemment, on devrait allouer du temps pour la maîtrise des habiletés et des concepts qui n'ont pas été bien saisis.

**TABLEAU A.1 Le tableau suivant résume les trois types d'évaluation :**

	<b>Évaluation diagnostique</b>	<b>Évaluation formative</b>	<b>Évaluation sommative</b>
<b>Quand?</b>	Au début d'un module d'un cours, d'un projet, ...	Avant, pendant et après l'apprentissage	À la fin d'un apprentissage
<b>Par qui?</b>	Enseignant	Élèves, pairs ou enseignant	Enseignant/élève
<b>Pourquoi?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifier les expériences, les acquis préalables et les intérêts de l'élève...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permettre une rétroaction sur le progrès de l'élève</li> <li>• Repérer les problèmes d'apprentissage...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérifier la maîtrise d'un programme ou d'une partie d'un programme...</li> </ul>
<b>Instruments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Court test</li> <li>• Questionnaire</li> <li>• Discussion</li> <li>• Remue-méninges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dossier de l'élève</li> <li>• Grilles d'observation</li> <li>• Fiches anecdotiques</li> <li>• Cartes de commentaires</li> <li>• Échelles d'appréciation</li> <li>• Fiches d'auto-correction et d'auto-évaluation</li> <li>• Portfolio</li> <li>• Examens...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portfolio</li> <li>• Projets, présentations</li> <li>• Échelles d'appréciation</li> <li>• Grilles d'observation</li> <li>• Activités expérimentales</li> <li>• Examens...</li> </ul>
<b>Décisions à prendre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nature des activités d'apprentissage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nature des activités, d'apprentissage subséquentes</li> <li>• Rattrapage à apporter...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion de l'élève</li> <li>• Attribution de crédits</li> <li>• Efficacité du programme...</li> </ul>

**TABLEAU A.2 Le tableau suivant compare l'évaluation formative et l'évaluation sommative :**

<b>En quoi l'évaluation formative est-elle différente de l'évaluation sommative?</b>	
<b>Évaluation formative</b>	<b>Évaluation sommative</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C'est une démarche orientée vers une action pédagogique immédiate auprès de l'élève en vue d'assurer une progression constante des apprentissages. Ce type d'évaluation permet d'offrir à l'élève des activités de rattrapage ou d'enrichissement, selon ses besoins.</li> <li>2. C'est un processus d'évaluation continu qui a pour objet d'assurer la progression de chaque élève dans la poursuite des résultats d'apprentissage.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. C'est une démarche qui vérifie l'atteinte des résultats d'apprentissage des programmes à la fin d'une unité, d'un chapitre ou d'un programme d'études.</li> </ol>
<b>À quoi sert l'évaluation?</b>	
<b>Évaluation formative</b>	<b>Évaluation sommative</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'évaluation formative sert à déterminer le degré de maîtrise d'un résultat d'apprentissage, à préciser les dimensions non maîtrisées et à cerner les causes de cette non maîtrise.</li> <li>2. Elle permet de repérer les élèves en progrès et les élèves en difficulté.</li> <li>3. Elle informe l'enseignant et l'élève, et oriente le choix des actions à prendre pour assurer un développement maximum des compétences. Elle permet à l'enseignant d'ajuster son enseignement au niveau des compétences de l'élève. Elle permet aussi à l'élève de réfléchir sur ses méthodes d'études et de travail.</li> <li>4. Selon les circonstances, elle informe les parents et les autres intervenants scolaires.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'évaluation sommative permet de vérifier si l'élève a atteint un ensemble de résultats d'apprentissage, voire même toute une séquence d'apprentissages, au terme du processus de formation.</li> <li>2. Elle sert à prendre des décisions en matière de promotion et de remise d'un diplôme.</li> <li>3. Elle s'avère un moyen précieux d'évaluer l'efficacité des stratégies et du matériel utilisés au cours de la formation.</li> <li>4. Elle informe les parents, les administrateurs et les autres intervenants scolaires des résultats de l'élève.</li> <li>5. Elle permet de poser un jugement sur le programme d'études.</li> </ol>
<b>Quelles décisions découlent de l'évaluation?</b>	
<b>Évaluation formative</b>	<b>Évaluation sommative</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. À la suite d'une évaluation formative, l'enseignant décide de poursuivre ou de modifier son enseignement. Cette décision suppose une planification et le choix des stratégies et du matériel.</li> <li>2. L'enseignant prescrit les tâches qui permettent de renforcer ou de corriger l'apprentissage.</li> <li>3. Les résultats de l'évaluation servent à éclairer toute décision concernant la production ou l'achat de matériel didactique.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'évaluation sommative atteste les progrès accomplis par l'élève et permet de procéder à son classement et à sa certification.</li> <li>2. L'évaluation sommative permet à l'enseignant de porter un jugement sur la pertinence du programme d'études.</li> </ol>

## B. STRATÉGIES D'ÉVALUATION

### B.1 Introduction

« La motivation des élèves diminue quand l'évaluation est perçue comme un moyen de contrôler le comportement et de distribuer récompenses et punitions plutôt que de renseigner les élèves sur leurs progrès. »

Ryan, Conne;  
et Deli, 1985

« Les élèves réussissent mieux et ont une meilleure attitude quand on leur donne souvent l'occasion de réussir, de s'exercer, de recevoir des conseils et de se concentrer sur les priorités d'apprentissage. »

Baner-Drowns, Kukik et  
Kulik, 1988

L'évaluation est une collecte d'information de la performance de l'élève telle qu'elle est définie par les résultats d'apprentissage. Elle est le processus d'intégrer l'information recueillie de plusieurs sources afin de prendre des décisions et de faire des jugements.

En Nouvelle-Écosse, l'apprentissage des sciences est fondé sur les résultats d'apprentissage. Ceux-ci, correspondant aux connaissances, aux habiletés et aux attitudes observables et mesurables, dans un contexte STSE, que les élèves devraient acquérir et développer à l'aide du contenu notionnel. Cet apprentissage est intimement lié au processus utilisé, ce qui exige une modification de plusieurs méthodes d'évaluation actuelles et fait intervenir de nouvelles méthodes auxquelles des enseignants ne pensent pas.

Évaluer selon les résultats d'apprentissage escomptés signifie :

- l'évaluation du processus autant que du produit;
- l'évaluation de la performance de l'élève de plusieurs façons notamment l'évaluation écrite et verbale, l'évaluation de ses compétences technologiques et langagières, de ses connaissances, de ses habiletés sociales et de ce qu'il pense des sciences.

La compétence en sciences fait intervenir des processus comme la communication, la résolution de problèmes, la technologie, et des habiletés de raisonnement productives telles que la créativité, la pensée critique, la curiosité, la prise des risques, la persévérance, l'analyse, la synthèse, l'évaluation et le travail coopératif. Un large éventail des stratégies d'évaluation sont recommandées pour compléter les stratégies traditionnelles. À titre d'exemples citons : l'évaluation de la performance, les observations, les interrogations, l'entrevue et la conférence, le journal de bord, le portfolio, l'auto-évaluation et l'évaluation par les pairs.

### B.2 Évaluation de la performance

En sciences, l'évaluation de la performance se déroule comme suit : on donne à un élève seul, ou à un groupe d'élèves, une tâche, d'un contexte scientifique réel, reliée aux sciences de la vie, aux sciences physiques ou aux sciences de la Terre et de l'espace à l'intérieur des programmes d'études. L'objectif de l'évaluation est d'observer la façon dont les élèves travaillent, de les interroger et d'examiner les résultats pour évaluer ce qu'ils savent et ce qu'ils peuvent faire, le processus autant que le produit.

L'évaluation de la performance permet de recueillir de l'information sur les habiletés suivantes de l'élève :

- bien raisonner et poser des questions;
- persister, se concentrer et travailler de façon autonome;
- communiquer et utiliser un langage approprié en discutant, écrivant et expliquant des idées en ses propres termes et en formulant des questions;
- utiliser des concepts mathématiques et des habiletés scientifiques;
- travailler en équipe;

- utiliser du matériel et des instruments reliés aux procédés, des calculatrices et des ordinateurs;
- concevoir et mener des expériences, des études et des recherches;
- recueillir, organiser et présenter l'information;
- observer, inférer, formuler des hypothèses et prédire;
- avoir l'esprit ouvert et la capacité de changer de stratégie si celle-ci ne marche pas.

### B.3 Les observations

Observer régulièrement les élèves, alors même qu'ils participent à une activité, est une méthode d'évaluation des plus fiables. L'observation donne au personnel enseignant l'occasion d'évaluer directement le niveau de développement du concept, de l'habileté et de l'attitude au sein d'un module particulier.

L'observation, continue et systématique, dans un contexte individuel et collectif, permet de recueillir l'information suivante à propos des élèves :

- leur attitude face aux sciences, à la technologie, à la société et à l'environnement;
- l'estime de soi en travaillant des sciences;
- leurs points faibles et leurs points forts;
- leurs intérêts et leurs besoins;
- leurs styles d'apprentissage préférés;
- leur développement affectif et social;
- leur degré d'appropriation des savoirs.

L'enseignant devrait faire preuve de souplesse et pouvoir noter d'autres comportements révélateurs qui n'étaient pas inclus dans le plan d'évaluation

original. Les fiches anecdotiques et les grilles d'observation sont des moyens utiles pour noter les observations.

### B.4 Les interrogations

L'interrogation est une stratégie qui aide l'enseignant à évaluer les réponses orales de l'élève. Les questions devraient révéler les processus mentaux de l'élève concernant un certain aspect de l'activité en cours. L'interrogation permet de recueillir l'information sur le niveau de performance concernant des tâches particulières au sein d'une activité telle que la résolution de problèmes, la construction de maquettes, la résolution de controverse, l'analyse d'une étude de cas, la planification d'une présentation et la conception et l'exécution d'une expérience.

Pour que l'interrogation soit pertinente, l'enseignant peut se servir d'une grille d'observation, d'une échelle d'appréciation ou d'une fiche anecdotique. En outre, il doit élaborer un plan de questions. Voici un exemple de questions qu'il peut poser à un groupe d'élèves qui mènent une expérience visant à vérifier une prédiction :

- Pouvez-vous décrire la prédiction que cherche à vérifier cette expérience?
- Pensez-vous qu'il est possible de vérifier la prédiction en utilisant l'expérience que vous avez conçue?
- Avez-vous préparé un questionnaire pour recueillir des données?
- Comment allez-vous compiler, analyser et interpréter vos données?

## B.5 L'entrevue et la conférence

L'entrevue et la conférence sont deux stratégies puissantes d'évaluation. L'entrevue se compose d'une suite de questions spécifiques préparées d'avance et dirigées vers l'élève pour sonder les processus mentaux par lesquels il pense à ses sentiments associés à la tâche en cours. La conférence fait intervenir la discussion et le partage d'idées entre l'élève et l'enseignant. L'entrevue et la conférence permettent d'identifier les forces et les faiblesses de l'élève, ce qu'il aime ou n'aime pas en sciences, ses difficultés d'apprentissage, sa confiance en soi.

Clark (1988) a suggéré des techniques qui contribuent au succès d'une entrevue ou d'une conférence. En voici quelques unes :

- choisir pour l'élève une tâche à exécuter durant l'entrevue;
- préparer des questions;
- adopter une attitude positive ouverte et sans jugement, qui met l'élève à l'aise;
- formuler le problème;
- prendre des notes en écoutant attentivement l'élève.

L'entrevue et la conférence demandent beaucoup de temps et des efforts considérables. Elle doit être appliquée en privé et nécessite un certain niveau de confiance mutuelle avec l'élève. Afin de faciliter l'analyse, il est recommandé d'enregistrer l'entrevue au magnétophone, remplir une grille d'observation, une échelle d'appréciation ou une fiche anecdotique.

## B.6 Le journal de bord

Les réflexions de l'élève sur ses

styles d'apprentissage sont une partie intégrale de l'évaluation. Le journal de bord est une forme d'expression écrite et personnelle d'idées et de réflexions. L'élève exprime ses idées et ses émotions, décrit son développement académique et social, explique le processus de résolution de problèmes, dessine des schémas et des diagrammes, pose des questions, note des observations, décrit ses nouveaux acquis et répond à des questions.

Le journal de bord donne à l'élève l'occasion de/d' :

- réfléchir sur ses nouveaux acquis;
- connaître ses forces, ses faiblesses, ses intérêts et ses besoins
- faire des liens avec ses acquis antérieurs;
- clarifier ses pensées;
- évaluer son développement cognitif et affectif;
- formuler, organiser et assimiler des concepts et des notions scientifiques

L'information fournie par le journal aide les enseignants à modifier leurs stratégies d'enseignement et à adapter le programme en fonction des besoins individuels des élèves.

## B.7 Le portfolio

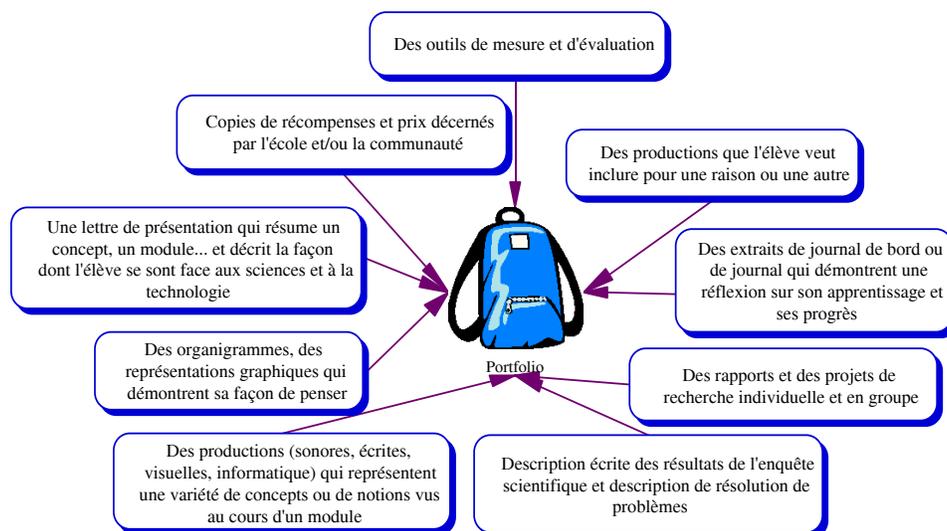
Le portfolio est une collection de documents produits et choisis par l'élève. Il offre un aperçu général des progrès et des attitudes de l'élève envers les mathématiques et la technologie. Le portfolio peut être utilisé pour retracer le succès de l'élève sur la durée d'un module, d'un trimestre ou d'un cours et aussi fournir une base à des évaluations formatives, ayant lieu à divers intervalles. Le portfolio peut aussi servir comme une partie de l'évaluation sommative là où l'élève choisit les documents à inclure.

Le portfolio est un moyen d'évaluation flexible et personnalisé. Il est extrêmement utile dans un milieu d'apprentissage où il y a diversité et hétérogénéité chez les élèves. Il offre un profil des compétences, relativement à diverses intelligences, et du développement de l'élève plus global que celui offert par les moyens traditionnels.

Le portfolio peut regrouper les travaux suivants :

- descriptions écrites des résultats d'enquête et descriptions de résolution de problèmes;
- copies de récompenses et prix décernés par l'école et/ou de la communauté;
- des outils de mesure et d'évaluation;
- une lettre de présentation qui résume un concept, un module..., et décrit la façon dont l'élève se sent face aux sciences et à la technologie;
- des rapports et des projets de recherche individuels et en groupe;
- des organigrammes, des représentations graphiques qui démontrent sa façon de penser;
- des productions (sonores, écrites, visuelles et informatiques) qui représentent une variété de concepts scientifiques vus au cours d'un module;
- des extraits de journal de bord ou dossier qui démontrent une réflexion sur son apprentissage et ses progrès;
- des productions que l'élève veut inclure pour une raison ou une autre.

### LES ÉLÉMENTS QU'ON POURRAIT RETROUVER DANS LE PORTFOLIO

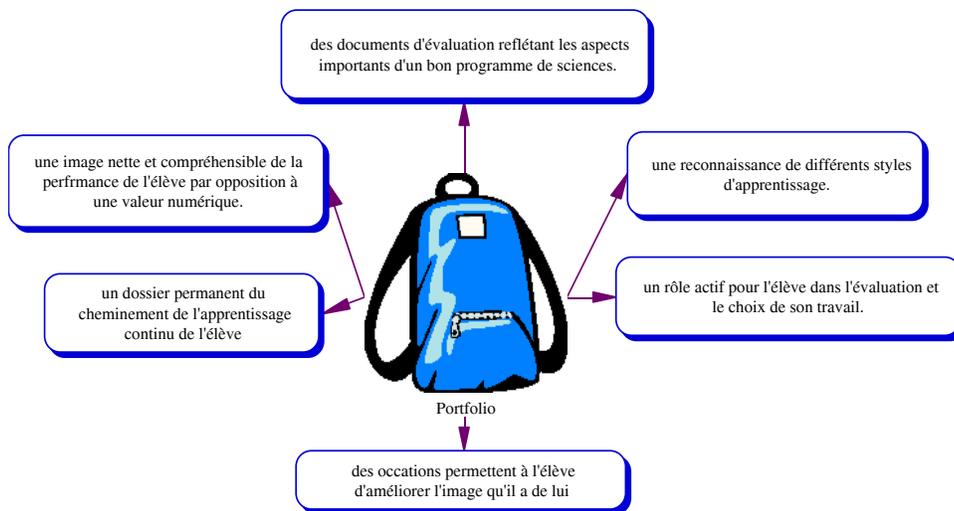


Tiré et adapté de « L'apprentissage et l'enseignement en immersion tardive » ministère de l'Éducation de la Nouvelle-Écosse, 1996, et du « Guide de l'enseignement de l'Alberta » ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

Le portfolio peut fournir les éléments suivants :

- des documents d'évaluation reflétant les aspects importants d'un bon programme de sciences;
- une image nette et compréhensible de la performance de l'élève par opposition à une valeur numérique;
- une reconnaissance de différents styles d'apprentissage;
- un rôle actif pour l'élève dans l'évaluation et le choix de son travail;
- un dossier permanent du cheminement de l'apprentissage continu de l'élève;
- des occasions permettant à l'élève d'améliorer l'image qu'il a de lui.

### LE PORTFOLIO DE L'ÉLÈVE PEUT FOURNIR



Tiré et adapté de « L'apprentissage et l'enseignement en immersion tardive » ministère de l'Éducation de la Nouvelle-Écosse, 1996, et du « Guide de l'enseignement de l'Alberta » ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

Il faut établir avec soin les critères qui déterminent le contenu du portfolio et le choix des pièces parmi tous les travaux de l'élève. L'enseignant et l'élève devraient collaborer ensemble à établir des critères de sélection et à l'évaluation de leur importance. On suggère la liste de critères suivante (Criteria for Portfolios, tiré de *The Mindful School : The Portfolio Connexion*, par Kay Burke, Robin Fogarty et Susan Belgard, 1994 IRI/Skylight.)

Critères de sélection des pièces du portfolio	
• information juste	• croissance et développement
• produit fini	• perspicacité
• rapport avec d'autres matières	• connaissance des concepts
• forme correcte	• organisation
• créativité	• persistance
• élaboration	• progrès
• diversité	• qualité des produits
• diversité des intelligences multiples	• auto-évaluation
• approfondissement du sujet et réflexion	• attrait visuel

## B.8 L'auto-évaluation

L'élève peut fournir des données d'auto-évaluation qui pourront s'avérer utiles pour lui et pour le personnel enseignant. L'auto-évaluation favorise le développement de la capacité de l'élève de réfléchir de façon critique et autonome à son propre raisonnement. Son utilité dépend du degré de sincérité avec lequel l'élève rapporte ses sentiments, convictions, intentions et ses façons de penser. L'auto-évaluation fournit de l'information qui joue un rôle en évaluant le progrès vers l'atteinte par l'élève des résultats d'apprentissage, surtout dans les composantes des habiletés et des attitudes. Le personnel enseignant peut utiliser l'auto-évaluation pour sonder l'évolution et le développement des attitudes, de la compréhension et des résultats de l'élève; déterminer si les perceptions de l'élève, quant à sa performance, correspondent à ses résultats véritables; établir si l'élève et l'enseignant voient de la même façon les attentes, de même que les critères d'évaluation.

## B.9 L'évaluation par les pairs

L'évaluation par les pairs contribue à développer des habiletés métacognitives. Elle permet à l'élève de s'approprier son savoir et développer son autonomie.

Pour ce faire, il est possible de concevoir des grilles d'observation et des fiches d'appréciation simplifiées, que les autres élèves de son équipe peuvent utiliser eux-mêmes. Il est important que l'enseignant compare les résultats de l'auto-évaluation, de l'évaluation par les pairs et de sa propre évaluation. Ces comparaisons permettent parfois de révéler des différences de perception et d'appréciation et peuvent susciter des échanges fructueux.

# C. LES OUTILS D'ÉVALUATION

Tel que décrit préalablement, une évaluation juste et efficace en sciences est un processus, dans lequel les jugements de valeur jouent un grand rôle pour déterminer le rendement de l'élève en ce qui a trait aux résultats d'apprentissage. À cet effet, les pages suivantes offrent de brèves descriptions et de modèles d'instruments à utiliser pour faciliter la tâche d'évaluation.

## C.1 Les grilles d'observation

La grille d'observation, ou liste de contrôle, permet une compilation des comportements cognitifs, affectifs et psychomoteurs de l'élève. Elle énumère un ensemble de concepts, d'habiletés ou d'attitudes dont on note la présence ou l'absence. *Elle est destinée à servir de façon continue pour pouvoir aboutir à dresser un profil de l'élève et, finalement, à l'évaluer.*

La grille d'observation évalue les habiletés, les attitudes et la performance de l'élève. Elle peut évaluer les habiletés de communication, les habiletés d'apprentissage coopératif, le degré de participation, et l'intérêt manifesté pour un sujet donné.

Elle se révèle particulièrement utile lorsqu'elle est utilisée à long terme et à des fins d'évaluation formative. Elle doit être utilisée de façon systématique puisqu'une utilisation sporadique pourrait en fausser les perspectives. La grille d'observation s'emploie en classe lors d'un processus d'apprentissage, pendant que l'élève réalise

une activité, une expérience ou une recherche ou lorsqu'il travaille seul ou en équipe. La grille d'observation doit donc être simple à utiliser.

Bélaïr (1995) suggère les règles suivantes pour élaborer une grille d'observation.

1. Formuler les éléments en comportements observables. Donc, utiliser des verbes d'action dans la formulation.
2. Limiter le nombre de comportements à dix puisqu'il est difficile d'observer plus de dix comportements à la fois.
3. Formuler les éléments de façon positive car on ne peut pas observer une absence de comportement.
4. Cocher le comportement observé. L'absence d'une coche indique l'absence du comportement. Utiliser au besoin + ou -, selon que le comportement est positif ou négatif.
5. Rendre la grille claire et lisible pour que les coches soient faciles à repérer.

L'observation peut se faire pour un élève ou pour quatre ou cinq élèves à la fois. On devra construire la grille en conséquence. Sur un groupe de vingt-huit élèves, on peut en observer quatre par cours et ainsi couvrir toute la classe tous les sept cours.

Selon Bélaïr (1995), la grille d'observation offre les avantages suivants.

1. Elle permet une évaluation autre que les tests et les examens.
2. Elle permet de faire une évaluation objective basée sur des comportements observés.
3. Elle représente une façon directe de noter des observations en classe.
4. Elle permet à l'élève de démontrer ses habiletés de façon variée.

L'échelle d'appréciation est un outil qui sert à évaluer une activité terminée ou un produit final. Elle permet d'apprécier de façon objective la qualité de production sans se préoccuper de la manière dont le travail a été réalisé. Cet outil d'évaluation est utile pour l'évaluation de productions de toutes sortes : écrites, orales, visuelles, sonores, débats, rapports d'expériences, jeux de rôles, projets, etc. L'utilité de l'échelle d'appréciation dépend de la clarté des critères des catégories d'appréciation.

Bélaïr (1995) suggère les règles suivantes pour l'élaboration d'une échelle d'appréciation.

1. Formuler les propositions en utilisant un verbe d'action.
2. Formuler des propositions qui regroupent les aspects positifs recherchés.
3. Bien définir les catégories d'appréciation afin de permettre une meilleure correction et un meilleur jugement (p.ex. : très bien, bien, à revoir ou souvent, parfois, rarement).
4. Construire une échelle qui soit claire pour l'enseignant ainsi que pour l'élève. Ceci permettra d'utiliser l'échelle comme point de repères des difficultés. L'élève pourra également utiliser l'échelle pour faire son auto-évaluation et donc remettre un travail déjà corrigé.

## Les échelles d'appréciation

Quelques exemples d'échelle d'appréciation sont présentés aux pages qui suivent.

<b>GRI LLE</b>	<b>ÉCH ELLE</b>	<b>TITRE</b>
C1.1	C1.1	Activité d'enquête scientifique
C1.2	C1.2	Travail de groupe
C1.3	C1.3	Activité expérimentale
C1.4	C1.4	Travail coopératif
C1.5	C1.5	Apprentissage coopératif
C1.6	C1.6	Résolution de problèmes
C1.7	C1.7	Résolution de problèmes
C1.8	C1.8	Présentation orale
C1.9	C1.9	Débat
	C1.10	Projet

**Grille d'observation C.1.1****Activité d'enquête scientifique**

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Cocher le comportement démontré.

	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève
1. L'élève choisit des stratégies de résolution appropriées.				
2. L'élève met en oeuvre les stratégies de résolution de façon précise.				
3. L'élève essaie une stratégie de résolution différente (sans l'aide de l'enseignant) lorsqu'il est coincé.				
4. L'élève aborde l'enquête scientifique de façon systématique.				
5. L'élève manifeste de la bonne volonté pour utiliser le processus d'enquête scientifique.				
6. L'élève fait preuve de confiance en soi.				
7. L'élève persévère dans ses tentatives.				

Tiré et adapté de « L'apprentissage et l'enseignement en immersion tardive » ministère de l'Éducation de la Nouvelle-Écosse.

**Échelle d'appréciation C.1.1****Activité d'enquête scientifique**

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

toujours = 4, souvent = 3, parfois = 2, rarement = 1

	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève
1. Met en oeuvre les stratégies de résolution de façon précise.				
2. Choisit des stratégies de solution appropriées.				
3. Essaie une stratégie de solution différente (sans l'aide de l'enseignant) lorsqu'il est coincé.				
4. Aborde l'enquête scientifique de façon systématique.				
5. Manifeste de la bonne volonté pour utiliser les processus d'enquête scientifique.				
6. Fait preuve de confiance en soi.				
7. Persévère dans ses tentatives.				
<b>Total</b>	/28	/28	/28	/28

### Grille d'observation C.1.2

#### Travail de groupe

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Cocher le comportement démontré.

		Nom :	Nom :	Nom :	Nom :
	<b>Critères</b>				
<b>observation</b>	L'élève : a exprimé une observation				
	s'est exprimé clairement				
<b>discussion</b>	L'élève : était attentif aux autres				
	attendait son tour				
	intervenait de façon pertinente				
	ne s'est pas répété				
	a contesté une remarque				
	a justifié son intervention				
<b>pensée critique</b>	L'élève a relevé une contradiction				
	L'élève dit : « je crois », « je ne suis pas sûr »				
	L'élève a émis une hypothèse				
	L'élève a changé d'avis après avoir lu les données				
	L'élève a proposé un modèle				
	L'élève a proposé des alternatives plus poussées				
	L'élève a fait un lien entre des faits				

### Échelle d'appréciation C.1.2

#### Travail de groupe

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

très bien = 4, bien = 3, passable = 2, besoin d'amélioration = 1

		Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève
	<b>Critères</b>				
<b>observation</b>	L'élève : a exprimé une observation				
	s'est exprimé clairement				
<b>discussion</b>	L'élève : était attentif aux autres				
	attendait son tour				
	intervenait de façon pertinente				
	ne s'est pas répété				
	a contesté une remarque				
	a justifié son intervention				
<b>pensée critique</b>	L'élève a relevé une contradiction				
	L'élève dit : « je crois », « je ne suis pas sûr »				
	L'élève a émis une hypothèse				
	L'élève a changé d'avis après avoir lu les données				
	L'élève a proposé un modèle				
	L'élève a proposé des alternatives plus poussées				
	L'élève a fait un lien entre des faits				
<b>Total</b>		<b>/60</b>	<b>/60</b>	<b>/60</b>	<b>/60</b>

### Grille d'observation C.1.3

#### Activité expérimentale

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Cocher le comportement démontré.

	Nom :	Nom :	Nom :	Nom :
1. L'élève démontre une connaissance du problème à résoudre.				
2. L'élève suit les consignes soigneusement.				
3. L'élève choisit et utilise l'équipement et le matériel approprié.				
4. L'élève utilise l'équipement d'une façon efficace et précise.				
5. L'élève consigne les données systématiquement.				
6. L'élève tire des conclusions basées sur les données.				
7. L'élève indique les limitations de l'expérience et les conclusions que l'on peut en tirer.				
8. L'élève respecte les règles de sécurité.				

**Échelle d'appréciation C.1.3****Activité expérimentale**

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

excellent = 4, bien =3, acceptable = 2, pas acceptable = 1

	Nom :	Nom :	Nom :	Nom :
1. L'élève démontre une connaissance du problème à résoudre.				
2. L'élève suit les consignes soigneusement.				
3. L'élève choisit et utilise l'équipement et le matériel approprié.				
4. L'élève utilise l'équipement d'une façon efficace et précise.				
5. L'élève consigne les données systématiquement.				
6. L'élève tire des conclusions basées sur les données.				
7. L'élève indique les limitations de l'expérience et les conclusions que l'on peut en tirer.				
8. L'élève respecte les règles de sécurité				
<b>Total</b>	<b>/32</b>	<b>/32</b>	<b>/32</b>	<b>/32</b>

**Grille d'observation C.1.4****Travail coopératif**

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Cocher le comportement démontré.

<b>Nom du groupe :</b>		
<b>PREMIÈRE PARTIE</b>		
<b>On doit tous avoir l'occasion de s'exprimer</b>		
<b>Ce que je vois</b>	Chaque membre du groupe parle à tour de rôle.	
	Signe qui invite un membre à prendre la parole (exemple : tendre la main).	
<b>Ce que j'entends</b>	Une variété de voix représentative de tous les membres du groupe.	
	Invitation faite à un membre du groupe (exemple : As-tu des idées sur le sujet?).	
<b>DEUXIÈME PARTIE</b>		
<b>On écoute attentivement les explications des autres</b>		
<b>Ce que je vois</b>	Les yeux sont fixés sur la personne qui parle.	
	Les têtes sont positionnées pour mieux entendre.	
	Expression qui indique celle de personnes qui se concentrent.	
<b>Ce que j'entends</b>	Seulement une personne parle à la fois.	
	Des affirmations indiquant que l'on a compris (exemple : d'accord!).	
	Questions de clarification (exemple : Veux-tu dire que...).	
<b>TROISIÈME PARTIE</b>		
<b>On parle brièvement et d'une manière concise</b>		
<b>Ce que je vois</b>	L'attention des participants n'est dirigée que brièvement vers un individu.	
	Les participants font des signes de compréhension (exemple : hochement de tête).	
<b>Ce que j'entends</b>	Le discours d'une personne est de courte durée.	
	Les membres du groupe confirment leur compréhension.	

**Échelle d'appréciation C.1.4****Travail coopératif**

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Indiquer le résultat dans la case qui correspond aux comportements observés.

<b>Nom du groupe :</b>		
<b>toujours = 4, souvent = 3, parfois = 2, rarement = 1</b>		
<b>PREMIÈRE PARTIE</b>		
<b>On doit tous avoir l'occasion de s'exprimer</b>		
<b>Ce que je vois</b>	Chaque membre du groupe parle à tour de rôle.	
	Signe qui invite un membre à prendre la parole (exemple : tendre la main).	
<b>Ce que j'entends</b>	Une variété de voix représentative de tous les membres du groupe.	
	Invitation faite à un membre du groupe (exemple : As-tu des idées sur le sujet?)	
<b>DEUXIÈME PARTIE</b>		
<b>On écoute attentivement les explications des autres</b>		
<b>Ce que je vois</b>	Les yeux sont fixés sur la personne qui parle.	
	Les têtes sont positionnées pour mieux entendre.	
	Expression qui indique celle de personnes qui se concentrent.	
<b>Ce que j'entends</b>	Seulement une personne parle à la fois.	
	Des affirmations indiquant que l'on a compris (exemple : d'accord!)	
	Questions de clarification (exemple : Veux-tu dire que...)	
<b>TROISIÈME PARTIE</b>		
<b>On parle brièvement et d'une manière concise</b>		
<b>Ce que je vois</b>	L'attention des participants n'est dirigée que brièvement vers un individu.	
	Les participants font des signes de compréhension (exemple : hochement de tête)	
<b>Ce que j'entends</b>	Le discours d'une personne est de courte durée.	
	Les membres du groupe confirment leur compréhension.	
<b>Total :</b>		<b>/56</b>

**Grille d'observation C.1.5****Apprentissage coopératif**

NOM : \_\_\_\_\_ CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Cocher le comportement démontré.

<b>L'élève</b>	<b>Toujours</b>	<b>Parfois</b>	<b>Rarement</b>
suit les consignes			
participe à la planification de la tâche			
respecte les idées des autres			
encourage les autres			
demande de l'aide aux autres			
offre de l'aide aux autres			
gère bien le temps alloué			
partage le matériel avec les autres			
prend des responsabilités			
laisse à chacun son tour et sait écouter les autres			
persévère dans l'exécution de la tâche			
participe aux présentations en équipe			

**Échelle d'appréciation C.1.5****Apprentissage coopératif**

NOM : \_\_\_\_\_ CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

toujours = 3, parfois = 2, rarement = 1

L'élève	Toujours	Parfois	Rarement
suit les consignes			
participe à la planification de la tâche			
respecte les idées des autres			
encourage les autres			
demande de l'aide aux autres			
offre de l'aide aux autres			
gère bien le temps alloué			
partage le matériel avec les autres			
prend des responsabilités			
laisse à chacun son tour et sait écouter les autres			
persévère dans l'exécution de la tâche			
participe aux présentations en équipe			
<b>Total</b>			<b>/36</b>

**Grille d'observation C.1.6****Résolution de problèmes**

NOM : \_\_\_\_\_ CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Indiquer le comportement démontré.

	<b>très bien</b>	<b>bien</b>	<b>passable</b>	<b>a besoin d'amélioration</b>
L'élève démontre sa compréhension du problème.				
L'élève fait une estimation des résultats.				
L'élève élabore un plan et résout le problème.				
L'élève explique la façon dont le problème a été résolu.				
L'élève juge de la pertinence des résultats.				
L'élève crée un problème comparable.				
L'élève présente adéquatement les résultats.				

**Échelle d'appréciation C.1.6****Résolution de problèmes**

NOM : \_\_\_\_\_ CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

très bien = 4, bien = 3, passable = 2, besoin d'amélioration = 1

	très bien	bien	passable	a besoin d'amélioration
L'élève démontre sa compréhension du problème.				
L'élève fait une estimation des résultats.				
L'élève élabore un plan et résout le problème.				
L'élève explique la façon dont le problème a été résolu.				
L'élève juge de la pertinence des résultats.				
L'élève crée un problème comparable.				
L'élève présente adéquatement les résultats.				
<b>Total</b>	<b>/28</b>	<b>/28</b>	<b>/28</b>	<b>/28</b>

**Grille d'observation C.1.7**  
**Résolution de problèmes**

**CLASSE :** \_\_\_\_\_ **DATE :** \_\_\_\_\_

Cocher le comportement démontré.

	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève
1. L'élève aime résoudre les problèmes.				
2. L'élève travaille en coopération avec les autres dans le groupe.				
3. L'élève apporte des idées pour la résolution de problèmes en groupe.				
4. L'élève persévère - ne lâche pas le problème.				
5. L'élève essaie de comprendre le problème.				
6. L'élève peut utiliser des données pour résoudre les problèmes.				
7. L'élève pense aux stratégies qui pourraient être utiles.				
8. L'élève a l'esprit ouvert - essaie différentes stratégies.				
9. L'élève vérifie les données et/ou les résultats pour voir s'ils sont justes.				
10. L'élève peut décrire/analyser les résultats ou en arriver à une conclusion/décision appropriée.				

Adapté du « Guide de l'enseignement de l'Alberta », ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

**Grille d'observation C.1.7****Résolution de problèmes**

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

souvent = 3, parfois = 2, rarement = 1

	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève
1. L'élève aime résoudre les problèmes.				
2. L'élève travaille en coopération avec les autres dans le groupe.				
3. L'élève apporte des idées pour la résolution de problèmes en groupe.				
4. L'élève persévère - ne lâche pas le problème.				
5. L'élève essaie de comprendre le problème.				
6. L'élève peut utiliser des données pour résoudre les problèmes.				
7. L'élève pense aux stratégies qui pourraient être utiles				
8. L'élève a l'esprit ouvert - essaie différentes stratégies.				
9. L'élève vérifie les données et/ou les résultats pour voir s'ils sont justes.				
10. L'élève peut décrire/ analyser les résultats ou en arriver à une conclusion/ décision appropriée.				
<b>Total</b>	<b>/30</b>	<b>/30</b>	<b>/30</b>	<b>/30</b>

Adapté du « Guide de l'enseignement de l'Alberta ». ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

### Grille d'observation C.1.8

#### Présentation orale

CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

Cocher le comportement démontré.

	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève	Nom de l'élève
L'élève parle avec confiance et spontanéité.				
L'élève démontre par son langage et par ses actions sa compréhension de la situation.				
L'élève saisit l'attention et l'intérêt de son auditoire.				
L'élève emploie un niveau de langue approprié.				
L'élève a une bonne prononciation.				
L'élève varie son intonation.				
L'élève est bien préparé pour discuter du sujet.				
L'élève adapte son langage à la réaction de l'autre.				
L'élève manifeste de l'intérêt pour les opinions exprimées par l'autre.				
L'élève emploie des structures correctes.				
L'élève emploie un vocabulaire varié.				

**Échelle d'appréciation C1.8****Présentation orale**

NOM : \_\_\_\_\_ CLASSE : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

5 = excellent, 4 = bien, 3 = moyen, 2 = faible, 1 = très faible

L'élève...	5	4	3	2	1
parle avec confiance et spontanéité					
démontre par son langage et par ses actions sa compréhension de la situation					
saisit l'attention et l'intérêt de son auditoire					
emploie un niveau de langue approprié					
a une bonne prononciation					
varie son intonation					
est bien préparé pour discuter du sujet					
adapte son langage à la réaction de l'autre					
manifeste de l'intérêt pour les opinions exprimées par l'autre					
emploie des structures correctes					
emploie un vocabulaire varié					
<b>Total</b>					<b>/55</b>

### Grille d'observation C1.9

#### Débat

Sujet du débat : \_\_\_\_\_

Nom du participant : \_\_\_\_\_

**Cocher le comportement observé.**

	Oui	Non
<b>1. L'exposé de deux minutes</b>		
➤ Est-ce une simple lecture monotone?		
➤ A-t-il respecté les deux minutes allouées?		
➤ Se sert-il de fiches pour mieux parler à son auditoire?		
➤ Est-il esclave de son texte?		
➤ S'adresse-t-il directement au public?		
➤ Respecte-t-il la langue soutenue ou courante?		
➤ Ses arguments sont-ils nombreux?		
➤ Les preuves sont-elles convaincantes?		
➤ L'intonation est-elle naturelle, vivante?		
➤ L'articulation est-elle bonne, moyenne ou mauvaise?		
➤ A-t-il fait des fautes?		
➤ Exemples :		
<b>2. La réplique</b>		
➤ Se défend-il bien?		
➤ Est-ce que l'élève réussit à démolir les arguments de ses adversaires?		
➤ Sa documentation est-elle suffisante?		
➤ Perd-il son sang-froid?		
➤ A-t-il de la présence d'esprit?		
➤ Même sous l'effet de l'émotion, conserve-t-il une langue courante?		
➤ Est-il respectueux du président, de ses adversaires et du public?		
➤ A-t-il fait des fautes?		

### Échelle d'appréciation C1.9

**Débat**

Sujet du débat : \_\_\_\_\_ (pour ou contre)

Nom du participant : \_\_\_\_\_

**Excellent = 5      Très bien = 4      Bien = 3      Faible = 2      Très faible = 1**

	5	4	3	2	1
<b>❶ L'exposé</b>					
a) Introduction intéressante	<input type="radio"/>				
b) Développement logique	<input type="radio"/>				
c) Conclusion	<input type="radio"/>				
<b>❷ La république</b>					
a) Connaissance du sujet	<input type="radio"/>				
b) Arguments solides	<input type="radio"/>				
c) Bonne réfutation	<input type="radio"/>				
<b>❸ Le français</b>					
a) Prononciation et articulation	<input type="radio"/>				
b) Vocabulaire et syntaxe	<input type="radio"/>				
c) Intonation et débit	<input type="radio"/>				
<b>❹ L'impression générale</b>					
a) La tenue	<input type="radio"/>				
b) Le respect des adversaires	<input type="radio"/>				
c) La participation	<input type="radio"/>				

**Total : /60**

**❺ Commentaires :** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**❻ L'équipe gagnante :** 1. \_\_\_\_\_  
 2. \_\_\_\_\_

**❼ Le meilleur orateur :** \_\_\_\_\_

**Signature du membre du jury :** \_\_\_\_\_

**Échelle d'appréciation d'un projet C.1.10**

Titre : \_\_\_\_\_

Nom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

**L'élève :**

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Points</b>
identifie le problème en	donnant trop peu d'information	donnant un résumé	décrivant précisément le sujet	
formule une hypothèse qui	n'a pas de lien avec le problème	répond vaguement au problème	répond clairement au problème	
identifie les variables en	donnant un seul type	donnant deux types	donnant trois types	
suit une démarche	mal organisée et difficile à comprendre	organisée et il lui manque des étapes	séquentielle, claire et complète	
consigne les données recueillies	d'une façon mal organisée et incomplète	dans un tableau incomplet	dans un tableau organisé et complet	
interprète les résultats	sans faire des liens avec l'hypothèse formulée	en expliquant partiellement la question à l'étude	en expliquant logiquement selon les données recueillies	
présente le projet en	écrivant illisiblement et d'une façon mal organisée	écrivant lisiblement et il manque de soin	écrivant lisiblement, de façon organisée et propre	
remet le projet	avec un retard d'au moins une semaine	avec un retard de deux jours au plus	à temps	
présente son projet	avec quatre erreurs d'orthographe au moins	avec trois erreurs d'orthographe au plus	sans erreurs	
présente son projet	sans bibliographie	en mentionnant des documents imprimés	en mentionnant des documents imprimés et électroniques	

**Total : / 30**

## C.2 Les fiches anecdotiques

Une fiche anecdotique est une description écrite des observations de l'enseignant. Lorsqu'elle contient des remarques positives, la fiche anecdotique constitue une importante source de motivation pour l'élève puisque celui-ci se rend compte que l'enseignant est conscient de ses efforts et de ses progrès et qu'il peut en fournir des exemples précis.

Les remarques négatives, elles, peuvent être notées sous forme de questions. Celles-ci devraient être discutées aussitôt que possible avec l'élève afin d'apporter une solution rapide au problème soulevé.

La fiche anecdotique permet de relever des aspects du processus d'apprentissage que d'autres méthodes ne permettent pas. Elle fournit une vue d'ensemble du développement de l'élève et constitue un excellent mode de communication avec les parents.

Voici quelques exemples de fiches anecdotiques :

C.2.1	Fiche anecdotique pour les observations
C.2.2	Fiche anecdotique sur les inférences et l'interprétation
C.2.3	Fiche anecdotique pour évaluer la résolution de problèmes

### Fiche anecdotique C2.1

**Observation**

<b>Nom :</b>		<b>Date :</b>	
<b>Contexte :</b>			
<b>Commentaires ou attitude de l'élève :</b>		<b>Observations/remarques :</b>	

### Fiche anecdotique C.2.2

**Les inférences et l'interprétation**

<b>Nom de l'élève :</b>	<b>Date :</b>
<b>Observations :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• (suggestions)<ul style="list-style-type: none"><li>• Que fait l'élève?</li><li>• Qu'est-ce qu'il dit?</li><li>• Quels mots est-ce qu'il utilise?</li><li>• Est-ce qu'il travaille seul?</li><li>• Quel est son comportement?</li><li>• Quels sont ses points forts?</li><li>• Quels sont ses points faibles?</li></ul></li></ul>	
<b>Inférences/interprétations :</b>	

**Fiche anecdotique C.2.3****La résolution de problèmes**

NOM : \_\_\_\_\_ DATE : \_\_\_\_\_

L'élève	Date de l'observation Preuve d'utilisation de la stratégie	Date de l'observation Preuve d'utilisation de la stratégie
Démonstre une compréhension du problème à résoudre.  Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Conçoit un plan pour la résolution du problème.  Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		
Met son plan en exécution.  Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>		

## C.3 Les entrevues

L'entrevue comporte des questions spécifiques dirigées vers l'élève, concernant les processus mentaux par lesquels il passe et les sentiments associés à cette activité. Cette méthode systématique peut s'avérer utile lorsque d'autres méthodes ne réussissent pas à mettre à jour les causes des difficultés de l'élève ou simplement, lorsqu'on veut communiquer de façon plus formelle avec l'élève.

Lorsqu'on prépare une entrevue, on choisit pour l'élève une tâche à exécuter durant l'entrevue. On peut par exemple, demander à l'élève d'interpréter un graphique. Pour ceci, il faut créer un ensemble de questions pour sonder la stratégie d'interprétation utilisée par l'élève et les sentiments de ce dernier associés au processus. Voici quelques exemples :

### Entrevue C.3.1

#### Pour l'interprétation d'un graphique

1. Est-ce que tu peux décrire ce qu'on te demande dans cette activité?
2. Quelles méthodes pourrais-tu employer pour faire cette tâche?  
Quelles méthodes pourraient marcher?  
Comment vas-tu décider quelle méthode utiliser?
3. Quelles informations spécifiques vas-tu chercher dans ce graphique dans le but de l'interpréter?
4. Quelles sont les étapes que tu vas suivre pour exécuter cette tâche?
5. Quand tu as fini, comment vas-tu évaluer la qualité de ton travail?

Adapté et tiré du « Guide de l'enseignement de l'Alberta » ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

## C.4 L'auto-évaluation et l'auto-appréciation

Tel que mentionné préalablement, le but principal de l'évaluation est de promouvoir l'apprentissage de l'élève. Il est donc important de fournir à l'élève de fréquentes occasions de s'auto-évaluer afin de lui permettre de réfléchir sur son apprentissage et d'identifier ses forces et ses faiblesses. Cette réflexion encourage l'élève à assumer la responsabilité de ses actes puisqu'il doit porter des jugements et prendre des décisions concernant ses apprentissages.

Au début d'une activité ou d'un module, l'enseignant doit informer les élèves des résultats d'apprentissage sur lesquels ils seront évalués. Il leur distribue une grille comprenant ces résultats d'apprentissage qui sont généralement exprimés à la 1<sup>re</sup> personne pour que les élèves se sentent plus responsables de leurs apprentissages.

L'élève peut remplir la grille au fur et à mesure qu'il accomplit le travail ou il peut faire un retour sur son travail lorsqu'il a terminé. L'élève peut ainsi s'assurer qu'il n'a rien oublié et que son travail rencontre les résultats d'apprentissage établis.

Selon Bélair (1995) l'auto-évaluation déclenche une motivation chez l'élève puisqu'il se sent encouragé par les jugements qu'il porte sur son travail.

Un rappel que les grilles sont des outils d'évaluation formative tandis que les échelles sont des outils d'évaluation sommative.

**Grille d'auto-évaluation du travail de groupe C.4.1**

<b>Nom de l'élève :</b>	
Contexte :	
<b>Cocher (✓) les critères qui conviennent.</b>	
1. J'ai participé activement aux discussions dans mon groupe.	
2. J'ai donné le tour à mes co-équipiers d'exprimer leurs idées.	
3. J'ai partagé le matériel et les idées avec les autres.	
4. J'ai montré du respect pour les autres en écoutant leurs points de vue.	
5. Je me suis montré responsable en faisant ma part de la tâche.	
6. J'ai demandé de l'aide quand c'était nécessaire.	
7. J'ai aidé et encouragé mes pairs.	

**Échelle d'auto-appréciation pour les activités de groupe C.4.2**  
**Échelle d'auto-appréciation de l'élève comme membre d'un groupe de travail**

**L'ÉLÈVE :** \_\_\_\_\_

**ACTIVITÉ :** \_\_\_\_\_

**DATE :** \_\_\_\_\_

pas du tout = 1, un peu = 2, beaucoup = 3

ÉNONCÉS :	pas du tout	un peu	beaucoup	
J'ai une idée de mon rôle dans ce groupe.				
J'ai pu concentrer mon attention sur la tâche.				
J'ai fait part de mes idées.				
J'ai fait des efforts pour essayer d'influencer les décisions.				
J'ai pu écouter les autres.				
J'étais sensible aux sentiments et aux idées des autres.				
Dans l'ensemble, j'ai bien participé à cette activité.				
Total				/21
<p>Reviens sur ton classement aux différentes questions et coches-en deux dans les domaines où tu pourrais t'améliorer. Dans l'espace ci-dessous, écris des buts ou aide-mémoire qui pourraient t'aider à t'améliorer.</p>				

Adapté et tiré du « Guide de l'enseignement de l'Alberta », ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

### Échelle d'auto-appréciation du groupe C.4.3

Groupe : \_\_\_\_\_

Activité : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_

rarement = 1, parfois = 2, souvent = 3, toujours = 4

	rarement	parfois	souvent	toujours	
Tâche et ordre des activités clairement définis					
Beaucoup de confiance et d'ouverture parmi les membres					
Beaucoup de sensibilité et d'appui réciproques					
Tous les membres ont eu une participation efficace					
Les désaccords étaient bienvenus et étudiés					
Les décisions étaient prises par consensus					
La direction était solide, souple et partagée					
<b>Total</b>					<b>/28</b>

Adapté et tiré du « Guide de l'enseignement de l'Alberta », ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

**Grille d'auto-appréciation de performance personnelle C.4.4**

L'ÉLÈVE : \_\_\_\_\_

DATE : \_\_\_\_\_

**DIRECTIVES : Si la réponse est positive, cocher l'énoncé. Si elle est négative, ne rien mettre.**

	1. Je suis arrivé à l'heure avec le matériel requis.
	2. J'ai copié les notes comme on demandait et ai rempli les feuilles dans la section appropriée du cahier.
	3. J'ai bien écouté les directives pour l'activité quotidienne, en demandant des éclaircissements si je ne comprenais pas.
	4. Je me suis engagé dans la discussion en classe en participant activement et/ou en suivant la discussion de près.
	5. Je me suis mis à travailler rapidement sur l'activité et ai continué jusqu'à ce qu'elle soit terminée.
	6. J'ai travaillé en collaboration avec le ou les autres membres du groupe et ai fait ma part pour compléter l'activité.
	7. J'ai complété toutes les questions données en classe.
	8. Quand l'activité donnée a été terminée, une activité d'enrichissement a été choisie et j'y ai travaillé le temps qui restait.

Adapté et tiré du « Guide de l'enseignement de l'Alberta », ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

**Grille d'auto-évaluation pour une présentation orale C.4.5**

Nom de l'élève :

- Est-ce que je connaissais tout le vocabulaire nécessaire pour participer à cette activité?  
oui  non

Sinon, quels mots ou quelles expressions m'ont manqué?

- Comment ai-je contourné le problème (avec des gestes, des expressions anglaises, en décrivant l'objet dont je ne savais pas le nom, en changeant de sujet, en dessinant, en présentant un modèle ou une maquette...?)

- Est-ce que la façon dont j'ai prononcé certains groupes de mots a causé des problèmes de communication?  
oui  non

Si oui, quels sont les mots ou groupes de mots que j'ai trouvés difficiles à prononcer?

- Est-ce que j'ai pu communiquer mon message sans faire de fautes de grammaire?  
oui  non

Sinon, quelles sont les erreurs que j'ai faites?

- Est-ce que j'ai pu communiquer mon message sans faire de fautes de contenu?  
oui  non

Sinon, quelles sont les erreurs que j'ai faites?

## Échelle d'auto-appréciation pour la présentation orale C.4.6

extrêmement = 4, très = 3, assez = 2, un peu = 1, pas du tout = 0

Nom de l'élève :

Le sujet était :	4	3	2	1	0
intéressant pour moi					
intéressant pour le public					
approprié à la tâche					
<b>Pendant la préparation de la présentation, j'ai pu :</b>					
trouver suffisamment d'information					
choisir l'information qui était appropriée à ce que je disais					
organiser mes idées afin que le public puisse suivre facilement					
élaborer une introduction efficace					
préparer des notes sur fiches qui m'ont été utiles					
m'exercer jusqu'à ce que je sois à l'aise avec mes présentations					
<b>Pendant la présentation, j'ai pu :</b>					
me sentir à l'aise et assuré					
parler clairement					
parler avec expression (ton, geste...)					
parler avec aisance, en évitant les pauses et les hésitations					
établir un contact avec le public					
utiliser mes notes de façon efficace					
suivre les plans que j'avais faits					

Adapté et tiré du « Guide de l'enseignement de l'Alberta » ministère de l'Éducation de l'Alberta, 1994.

### Grille d'auto-évaluation pour projet de recherche C.4.7

Nom de l'élève : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_ OUI = ✓ NON = X

J'ai respecté la date d'échéance.	
J'ai respecté les dates d'entretiens.	
<b>J'ai joint à la copie finale :</b>	
• le schéma conceptuel	
• les fiches de ressources	
• les fiches de notes	
<b>1. Recherche</b>	
<b>Mon schéma conceptuel :</b>	
• a des idées clés	
• a au moins 3 questions pour chaque idée clé	
• a des questions claires et des réponses précises	
<b>Mes fiches de ressources :</b>	
• j'ai rempli au moins 3 fiches de ressources	
• j'ai noté les informations nécessaires sur chaque fiche	
<b>2. La copie finale</b>	
<b>Mon projet de recherche a :</b>	
• une page titre	
• une table des matières	
• une bibliographie	
• des cartes	
• des illustrations	
<b>Rédaction :</b>	
• mon texte a une introduction, un développement et une conclusion	
• chaque paragraphe présente une idée	
• j'ai exprimé mes idées de façon concise	
• j'ai utilisé le vocabulaire et les expressions présentés dans le module	
• j'ai vérifié les structures grammaticales étudiées pendant le module	
• j'ai vérifié l'orthographe	
• mon texte est lisible	

<p><b>Originalité :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toutes les phrases que j'ai écrites sont les miennes.</li> <li>• J'ai relié des informations tirées de plusieurs sources.</li> <li>• J'ai vérifié que le tout était cohérent.</li> </ul>	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>										
<b>3. La présentation orale de mon projet de recherche</b>											
<p>J'ai :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• organisé ma présentation de façon logique</li> <li>• parlé clairement et à une vitesse appropriée</li> <li>• fait participer l'auditoire</li> </ul>	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>										
<p>J'ai fait une présentation intéressante en me servant des supports suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• illustrations</li> <li>• musiques</li> <li>• tableaux</li> <li>• affiches</li> <li>• diapositives</li> <li>• effets sonores</li> <li>• maquette</li> <li>• invités</li> <li>• vidéo</li> <li>• autre</li> </ul>	<table border="1"> <tr><td> </td></tr> </table>										

## C.5 Le dossier de l'élève

Le dossier de l'élève est un recueil de documents produits par l'élève et rassemblés sur une longue période de temps par l'enseignant. Il permet d'évaluer le développement de l'élève et l'ensemble de ses réalisations pendant une période donnée. C'est une structure de nature organisationnelle qui permet à l'enseignant de recueillir et d'organiser des renseignements significatifs au sujet de l'élève. Puisque les documents contenus dans le dossier de l'élève ont été rassemblés pendant un certain temps, l'enseignant est mieux préparé pour juger des progrès de l'élève.

La force du dossier de l'élève repose sur le fait qu'il permet d'évaluer le développement de l'élève et qu'il tient compte de la créativité et du raisonnement critique, de la responsabilité d'apprentissage, des habiletés de recherche, de la persévérance et des habiletés de communication.

Le but du dossier de l'élève est d'enregistrer les progrès de l'élève pendant une certaine période, il faut commencer à rassembler les documents le plus tôt possible, dès le début. Les premiers échantillons sont particulièrement précieux. Les documents qui viendront s'ajouter doivent être conformes à ce que l'on a besoin d'observer chez chaque élève, par exemple ceux qui indiquent un intérêt particulier pour un sujet, etc.

Discuter régulièrement avec les élèves de leur dossier permet de s'assurer qu'il contient suffisamment de données, de mesurer les progrès et de vérifier quelles devraient être les prochaines étapes de leur apprentissage.

Dans un dossier de l'élève, on pourra trouver par exemple :

- *Des grilles d'observation* datées, sur lesquelles l'enseignant, l'élève ou un de ses camarades coche les faits observés et indique à quelle date tel fait a été observé.
- *Des fiches anecdotiques* datées, de faits observés par l'enseignant au cours d'activités diverses. Les remarques devraient être positives pour que l'on puisse noter le moment où l'élève a atteint un objectif et en a choisi un autre.
- *Des échelles d'appréciation* qui permettent de voir d'un coup d'oeil les critères sur lesquels l'élève a été évalué, ce qu'il fait bien et ce qu'il devrait chercher à améliorer. Lorsque l'évaluation demande d'attribuer une note à l'élève, il est très facile de traduire en points l'évaluation effectuée sur des échelles d'appréciation.
- *Des échantillons de divers types de productions* datés qui permettent : d'analyser ces échantillons, d'observer les forces et les faiblesses pour planifier l'enseignement subséquent, de grouper ensemble les élèves qui ont besoin de travailler un point précis ou leur donner un partenaire qui maîtrise bien cet objectif et de comparer les échantillons prélevés à la fin de plusieurs étapes.
- *Des instruments d'auto-appréciation et d'auto-évaluation* remplis par l'élève.

## C.6 Le Portfolio

Cet outil permet d'évaluer des productions terminées, révisées et corrigées de l'élève. L'élève sélectionne les productions qu'il veut placer dans son portfolio, les productions qu'il juge aptes et qui répondent aux critères exigés.

Le portfolio permet donc à l'élève de démontrer ses progrès, les compétences qu'il a acquises ainsi que les moyens qu'il a utilisés pour arriver à son but.

L'emploi du portfolio offre les

avantages suivants :

- Le portfolio est un moyen efficace d'évaluer les élèves en situation authentique.
- Il permet d'observer le processus d'apprentissage de chaque élève sans faire de comparaison, et d'identifier les besoins de chacun.
- Il permet de communiquer clairement à l'élève et aux parents ce qu'il a appris et les progrès qu'il a accomplis.
- Il fournit à tous les élèves, même ceux en difficulté, l'occasion d'analyser et de réfléchir sur leur apprentissage.
- Il permet à des personnes autres que l'enseignant, camarades de classes, élèves plus vieux, autres adultes, de fournir aux élèves une rétroaction sur leurs habiletés, évitant ainsi l'évaluation par une seule personne.
- L'insertion d'organigrammes ou de représentations graphiques appropriés à inclure amène l'élève à faire de la métacognition - il réfléchit non seulement sur ce qu'il a appris mais aussi sur les moyens qui l'ont aidé à comprendre.

## Grille de vérification du contenu du portfolio C.6.1

**L'élève :**

**Date :**

Est-ce que mon portfolio contient...

Cocher si oui.

	rapports de laboratoires
	projets de recherche individuelle
	projets de recherche de groupe
	lettres de présentation qui résument un ou plusieurs concepts
	lettres de présentation qui résument un ou plusieurs modules
	lettres de présentation qui résument la façon dont je me sens face aux sciences
	descriptions écrites des résultats de l'enquête scientifique
	copies de récompenses et prix décernés par l'école et/ou de la communauté
	extraits de journal personnel qui démontre une réflexion de mon apprentissage
	productions (sonores, écrites, visuelles, informatiques) qui représentent une variété de concepts mathématiques vus au cours d'un module.
	organigrammes, des représentations graphiques qui démontrent ma façon de penser
	contrôles
	tests
	grilles, échelles, fiches

